Н. КРЮКОВ

ВОЕННЫЕ
СООБЩЕН.

Н. Крюковъ

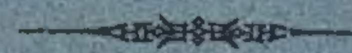
ВОЕННЫЯ СООБЩЕНІЯ

(Переправы и обыкновенныя дороги)

КУРСЪ НИКОЛАЕВСКАГО ИНЖЕНЕРНАГО УЧИЛИЩА

СЪ ОТДѢЛЬНЫМЪ АТЛАСОМЪ ЧЕРТЕЖЕЙ

ИЗДАНІЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ И ПОПОЛНЕННОЕ



С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія П. П. Сойкина, Стремянная ул., д. № 12
1896

Н. Крюковъ



ВОЕННЫЯ СООБЩЕНІЯ

(Переправы и обыкновенныя дороги)

КУРСЪ НИКОЛАЕВСКАГО ИНЖЕНЕРНАГО УЧИЛИЩА

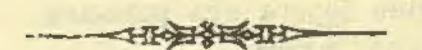
СЪ ОТДѢЛЬНЫМЪ АТЛАСОМЪ ЧЕРТЕЖЕЙ

ИЗДАНІЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ И ПОПОЛНЕННОЕ

С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія П. П. Сойкина, Стремянная ул., д. № 12
1896

ОГЛАВЛЕНІЕ.

1. Переправы.



I. ПЕРЕПРАВЫ.

Войска могутъ переправляться черезъ рѣки слѣдующимъ образомъ: 1) по мостамъ, 2) на разнаго рода плавучихъ снарядахъ, 3) въ бродъ, 4) по льду и 5) вплавь.

ПЕРЕПРАВА ПО МОСТАМЪ.

1. Мосты, устраиваемые въ военное время, можно подраздѣлить на мосты:

а) Полевые, устраиваемые лишь въ минуту необходимости самой переправы, иногда даже подъ непріятельскимъ огнемъ, почему постройка ихъ должна производиться возможно быстрѣе, изъ матерьяловъ, находимыхъ на мѣстѣ, и не только не требовать особыхъ мастеровъ, а, напротивъ, быть доступною для тѣхъ рабочихъ средствъ, какими располагаютъ войска любого рода оружія. Такіе мосты не предназначаются для содержанія переправы продолжительное время, поэтому если признается необходимымъ сохранить ихъ на долгое время, мосты эти должны быть усилены и усовершенствованы, т. е. обращены въ

б) Временные, т. е. такіе, которые назначаются для болѣе продолжительнаго существованія и пригодны для переправы всякаго рода тяжестей арміи.

в) Наконецъ войска могутъ переправляться по разборчатымъ мостамъ, возимымъ за арміею въ мостовыхъ или понтонныхъ паркахъ. Такихъ мостовъ при арміи обыкновенно очень немного, почему они и назначаются преимущественно для устройства переправы въ минуту надобности, а затѣмъ снимаются вовсе или замѣняются полевыми или временными мостами.

2. Раньше устройства моста необходимо произвести слѣдую-

щія подготовительныя работы: изслѣдовать свойства рѣки, выбрать систему моста, составить проектъ его и заготовить матерьялы, необходимые для его постройки.

Выборъ пункта для устройства переправы прежде всего обусловливается стратегическими и тактическими соображеніями такимъ образомъ, что для выбора самаго мѣста моста, наиболѣе удобнаго въ инженерномъ отношеніи, приходится ограничиваться уже сравнительно небольшимъ раіономъ рѣки, въ которомъ строитель свободно можетъ остановиться на томъ или другомъ пунктѣ, не рискуя нарушить предъявленныхъ ему боевыхъ условій.

Наиболѣе удобными въ инженерномъ отношеніи пунктами для устройства моста будутъ тѣ,—гдѣ: 1) рѣка течетъ безъ изгибовъ (короче мостъ и меньше зажоръ), 2) берега достаточно высоки, 3) есть острова, 4) грунтъ неболотистый и не скалистый и 5) легче доставка матерьяловъ.

3. Изслѣдованіе рѣки заключается въ опредѣленіи ея ширины, глубины, поперечной профили, свойства грунта дна и скорости теченія.

Ширина рѣки или измѣряется непосредственно, перетягивая веревку, проволоку съ одного берега на другой или съ лодки до лодки, поставленныхъ поперекъ рѣки или опредѣляется геометрическимъ способомъ, какъ разстояніе до недоступнаго предмета или же засѣчками помощью буссоли, мензулы и пр.

Глубина—тоже опредѣляется непосредственнымъ измѣреніемъ, опуская лотъ, шесты и т. п.

Зная ширину рѣки и опредѣливъ глубину ея въ различныхъ точкахъ поперечнаго сѣченія, легко начертить и поперечную ея профиль.

Грунтъ дна изслѣдуется, добывая частицы грунта дна черпаками, буравами и т. д.

Скорость теченія для разныхъ точекъ по глубинѣ и ширинѣ рѣки неодинакова. Кромѣ того она измѣняется съ измѣненіемъ горизонта воды и направленія и силы вѣтра.

Линія, соединяющая на поверхности воды точки рѣки съ наибольшею скоростью теченія, называется *тальвегомъ*, *долинною струею* или *форватеромъ*. При симметрично расположенныхъ берегахъ, тальвегъ обыкновенно на срединѣ рѣки, при — несимметричныхъ тальвегъ ближе къ болѣе высокому и крутому берегу. При извилистыхъ берегахъ тальвегъ идетъ возлѣ входящихъ крутыхъ бере-

говъ. Въ этомъ случаѣ между двумя изгибами, косвенно къ теченію, часто встрѣчаются броды, происходящіе отъ того, что въ этихъ мѣстахъ осаждаются частицы земли, несомыя водою вслѣдствіе уменьшенія здѣсь скорости теченія.

Наибольшая скорость теченія лежитъ не на поверхности воды, а нѣсколько ниже. Наименьшая—на днѣ.

При скорости менѣе $1^1/_2$ ф. въ сек. теч. наз. слабымъ.
» » » $1^1/_2$—3 » » » » » обыкновен.
» » » 3 —6 » » » » » быстрымъ.
» » болѣе 6 » » » » » весьма быстрымъ.

Среднею скоростью называется средняя ариѳметическая скоростей на поверхности и на днѣ. Если *v*—есть скорость на поверхности, а *a* на днѣ, то средняя скорость $v' = \frac{v+a}{2}$

По формулѣ Прони $v' = v \left\{\frac{v+7.78}{v+10,31}\right\}$ или $= 103\sqrt{\frac{\omega}{\rho}\,i} - 0,236$, гдѣ

v — скорость на поверхности
ω—площадь живого сѣченія
ρ —подводный периметръ *абвг.*
} въ футахъ.

i —уклонъ дна, т. е. отношеніе длины къ высотѣ паденія.

Фиг. 1. Для опредѣленія скорости теченія провѣшиваютъ на берегу двѣ линіи, перпендикулярныя къ тальвегу и достаточно удаленныя одна отъ другой. На тальвегѣ пускаютъ поплавокъ и замѣчаютъ время прохожденія его черезъ каждую изъ провѣшенныхъ линій. Раздѣливъ разстояніе между линіями на число секундъ, употребленныхъ поплавкомъ на прохожденіе этого разстоянія, получимъ скорость теченія въ секунду.

Для непосредственнаго измѣренія скорости теченія можно пользоваться особыми существующими для того приборами. Одни изъ этихъ приборовъ основаны на томъ, что если опустить въ воду трубку, согнутую подъ прямымъ угломъ и отверстіемъ противъ теченія, то уровень воды въ вертикальномъ колѣнѣ, вслѣдствіе напора протекающей воды, будетъ стоять выше уровня воды въ рѣкѣ. Высота h этого столба (фиг. 2) будетъ зависѣть какъ отъ скорости теченія, такъ и отъ плотности воды и размѣровъ поперечнаго сѣченія горизонтальнаго и вертикальнаго колѣнъ трубки. Если послѣднія обозначимъ черезъ p_1 и p_2, то сила удара при входномъ отверстіи b выразится величиною $p_1 k \frac{v^2}{2g}$, гдѣ k вѣсъ воды въ единицѣ объема, g—ускореніе силы тяжести, v—скорость теченія. Съ другой стороны этотъ ударъ уравновѣшивается столбомъ воды высотою h и вѣсъ котораго$=p_2kh$; слѣдовательно $p_1 k \frac{v^2}{2g} = p_2 kh$, откуда $v = \sqrt{\frac{p_2}{p_1} \cdot 2gh}$.

*

На этомъ основанiи устроены приборы Дарси, Риттера и др. Приборы эти требуютъ довольно длинныхъ стеклянныхъ трубокъ, часто засоряются и потому менѣе удобны, чѣмъ приборы, основанные на примѣненiи вертушки.

Сущность устройства послѣднихъ заключается въ слѣдующемъ (фиг. 3). На горизонтальную ось *а* насажены изогнутыя крылья *б*. На противуположномъ концѣ этой оси укрѣплена вертикальная пластинка *в*, благодаря которой ось *а* становится параллельно теченiю. Ось *а* вращается въ муфтѣ *д*, прикрѣпленной къ шесту *е*. На оси *а* находится винтъ *и* о 3—4 оборотахъ, захватывающiй зубцы колеса *к*. При каждомъ поворотѣ оси колесо поворачивается на 1 зубецъ. Пружина *н* служитъ для сцѣпленiя и расцѣпленiя колеса. Такимъ образомъ сосчитавъ число зубцовъ на которое повернулось колесо, и зная время, протекшее между моментами сцѣпленiя и расцѣпленiя колеса съ осью, легко опредѣлить и скорость теченiя, если только извѣстно соотношенiе между этою скоростью и числомъ оборотовъ оси *а* вертушки. Хотя соотношенiе это и опредѣляется при самомъ изготовленiи приборовъ и слѣдовательно можетъ считаться уже извѣстнымъ, однако время отъ времени это соотношенiе необходимо провѣрять, такъ какъ скорость вращенiя оси *а* можетъ съ теченiемъ времени измѣняться отъ истиранiя оси *а*, отъ засоренiя муфты и другихъ причинъ.

Зависимость между скоростью v теченiя и числомъ n оборотовъ оси *а* приблизительно можетъ быть выражена такъ: $v = A + Bn$, гдѣ A и B—численные коэффицiенты, опредѣляемые такимъ образомъ: берутъ длинный желобъ (25—30 саж.) съ постояннымъ паденiемъ и правильнаго поперечнаго сѣченiя. Устанавливаютъ въ этомъ желобѣ приборъ и пускаютъ воду въ теченiи строго опредѣленнаго промежутка времени. Зная объемъ M протекшей воды, N — площадь живого сѣченiя, t—время протеканiя воды, скорость воды будетъ $= \frac{M}{Nt}$. Повторивъ опытъ вторично для разныхъ M и t, получимъ 2 уравненiя: $v = A + Bn$ и $v' = A + Bn'$, откуда, зная v, v', n, n', опредѣлимъ и A и B. Эти величины могутъ быть опредѣлены и по способу наименьшихъ квадратовъ, произведя для этого цѣлый рядъ опытовъ.

Такiе приборы для скоростей болѣе 6 ф. неособенно удобны. Для того, чтобы при изслѣдованiи рѣки не вынимать прибора послѣ каждаго опыта, въ немъ дѣлаются разныя приспособленiя, позволяющiя считать число оборотовъ вертушки прямо на поверхности воды. Приспособленiя эти заключаются или въ примѣненiи электрическихъ счетчиковъ, устанавливаемыхъ наверху. Провода отъ этихъ счетчиковъ идутъ къ зубчатому колесу k, на которомъ насаженъ особый штифтъ. При полномъ оборотѣ зубчатаго колеса штифтъ замыкаетъ цѣпь и заставляетъ стрѣлку верхняго счетчика передвинуться на 1 дѣленiе. Таковы приборы Амслера, Гольсбэра и др. Въ приборѣ Гарлахера оборотъ колеса k возвѣщается звонкомъ. Въ приборѣ Вагнера, показанномъ на фиг. 4, оборотъ вертушки возвѣщается помощью резонатора: на оси вертушки укрѣпленъ молоточекъ, ударяющiй по проволокѣ n, прикрѣпленной наверху къ резонатору р. Приборъ этотъ, не требуя гальванической батареи, проще предъидущихъ. По этой же идеѣ устроенъ и приборъ Котляревскаго.

Котляревскимъ изобрѣтено два прибора. Устройство перваго прибора, называемаго гидрографомъ, заключается въ слѣдующемъ: къ бруску *б* (фиг. 5) прикрѣпленъ внизу колѣнчатый рычагъ *дов*, вращающiйся на оси *о*. Къ низу рычага привинченъ пустотѣлый, водонепроницаемый шаръ *е*; въ точкѣ же *b* рычагъ соединенъ шарниромъ со штангою *l*, соединенной въ свою очередь шарниромъ *и* съ вертикальнымъ подвижнымъ стержнемъ *f*, оканчивающимся на верху горизонтальнымъ карандашемъ *к*, прижимаемымъ пружиною къ аспидной доскѣ *л*. Послѣдняя мо-

жетъ двигаться вдоль рамки *mn* помощью микрометреннаго винта *ee*, зубчатаго зацѣпленія *x* и вертушки *г*. Къ прибору придѣланъ руль *p*.

Опустивъ приборъ въ проточную воду, шаръ подъ давленіемъ ея отклонится отъ вертикальнаго положенія, приведетъ въ движеніе связанные съ нимъ рычаги и подниметъ карандашъ на нѣкоторую высоту тѣмъ большую, чѣмъ больше отклоненіе шара отъ вертикали, т. е. чѣмъ больше скорость теченія. Вертушка, приведенная теченіемъ въ движеніе, начнетъ вращаться, а вслѣдствіе этого, доска *л*—двигаться по направленію противъ теченія, т. е. справа налѣво. Измѣняя уголъ наклоненія крыльевъ вертушки, можно ускорить и замедлить движеніе вертушки а съ нею и движеніе аспидной доски.

Если скорость теченія остается постоянною, то уголъ отклоненія шара отъ вертикали не измѣнится, а слѣд.: неизмѣнится и высота стержня *f* и карандашъ проведетъ на доски *л* горизонтальную линію. Если скорость увеличится, карандашъ будетъ подниматься, съ уменьшеніемъ ея—опускаться. Такимъ образомъ по величинѣ ординаты *y* можно судить о скорости теченія.

Связь между величиною ординаты и скоростью теченія выражается слѣдующими формулами.

$$V^2 = M \operatorname{tg} \alpha \ .\ .\ (1) \quad \text{гдѣ } M = \frac{8\,P\,g}{\pi\, d^2\, m\, \delta},$$

$$y = r \sin \alpha \ .\ .\ (2)$$

Здѣсь P — вѣсъ шара въ водѣ, g — ускореніе силы тяжести, $\pi = \frac{22}{7}$, *д*—наружный діаметръ шара, δ—плотность воды, *m*—коэффиціентъ, который м. б. принять равнымъ 1,55.

Зная *M*, *y*, *r*, изъ формулы (2), опредѣлимъ α и такимъ образомъ получимъ *V*. Чтобы опредѣлить *M*, опредѣляютъ поплавками одну или двѣ скорости. Затѣмъ на тѣхъ же глубинахъ, на какихъ были опущены поплавки, опредѣляютъ величины *y*, соотвѣтствующія этимъ скоростямъ. Тогда уже легко опредѣлить α, а зная *V* и α, получимъ и *M*.

Для опредѣленія *M* вычисленіемъ надо знать *P*, для чего погружаютъ приборъ въ бочку съ водою и посредствомъ блока, шелковинки и груза *к* отводятъ шаръ отъ отвѣса. Замѣчаютъ *y* и по форм. (2) опредѣляютъ α. Тогда величина *P* получится изъ выраженія: $P = k \operatorname{cotg} \alpha$.

Опредѣляя скорость на данной глубинѣ, полезно держать приборъ не менѣе 3—5 минутъ.

Привязавъ приборъ къ лодкѣ и переѣхавъ съ нимъ черезъ рѣку, карандашъ начертитъ нѣкоторую кривую, ординаты которой выразятъ всѣ скорости, существовавшія на пути движенія лодки на одной и той же горизонтальной линіи поперечнаго сѣченія рѣки.

Чтобы противодѣйствовать уклоненію всего прибора отъ вертикали, его утяжеляютъ, прикрѣпляя къ нему свинцовыя плитки.

Скорости, опредѣляемыя приборомъ, относятся къ глубинѣ, соотвѣтствующей центру шара или, точнѣе, — точкѣ, превышающей центръ шара на величину $Z \times (1 - \cos\alpha)$, гдѣ Z есть длина стержня *до* отъ точки *о* до центра.

Болѣе подробныя свѣдѣнія объ этомъ приборѣ и выводѣ вышеупомянутыхъ формулъ можно найти въ брошюрѣ П. Н. Котляревскаго «Гидрографъ». С.-Петербургъ, 1884 г. Типографія Министерства Путей Сообщенія (Бенке) въ С.-Петербургѣ, Фонтанка, 99.

Приборы изготовляются оптико-механикомъ Воткей, въ С.-Петербургѣ.

Другой приборъ Котляревскаго «*Водомѣръ*» отличается еще болѣе простымъ

устройствомъ: въ рамкѣ, которая устанавлпвается параллельно теченію тоже помощью руля, укрѣплены двѣ горизонтальныя оси. На нижней оси насажена вертушка и шестерня, на верхней оси—зубчатое колесо (діаметръ его въ 12 разъ болѣе діаметра шестерни), захватывающее шестерню и наглухо запаянная мѣдная труба съ грузомъ внутри, который при вращеніи колеса за одинъ оборотъ его падаетъ два раза сверху внизъ и производитъ два раза ударъ, хорошо передаваемый на поверхность воды по проволочному канату, на которомъ подвѣшивается приборъ. Сосчитавъ число ударовъ, замѣтивъ время, въ теченіи котораго удары производились, и зная зависимость между скоростью теченія и временемъ оборота колеса, легко опредѣлимъ первую

Обыкновенно скорость опредѣляется по формулѣ $V = \frac{\alpha}{t} + \beta$, гдѣ V въ фут. въ секунду, t въ секундахъ разстояніе между двумя ударами (среднее изъ нѣсколькихъ наблюденій. Коэффиціенты α и β опредѣляются помощью опытовъ съ поплавками на подобіе указаннаго въ § 3. Приблизительно $\alpha = 15$, $\beta = 0{,}35$. Вѣсъ прибора около 30 фунт. Къ нему необходимо привѣшивать гирю 30—50 фунт.

Этотъ аппаратъ пригоденъ и для опредѣленія скорости вѣтра ($\alpha=26$, $\beta=5$). Показанія водомѣра, судя по произведеннымъ опытамъ, отличаются большою точностью.

4. Выборъ системы моста. Система военныхъ мостовъ должна удовлетворять слѣдующимъ главнымъ условіямъ: быстротѣ постройки, прочности и дешевизнѣ.

Каждый мостъ состоитъ: изъ верхняго строенія и устоевъ. Пролетомъ моста называется разстояніе между устоями (обыкновенно—между ихъ осями).

Въ военныхъ мостахъ употребительнѣе малые пролеты, такъ какъ при нихъ можно пользоваться матерьялами меньшихъ размѣровъ, слѣдов.: болѣе легкими и легче находимыми на мѣстѣ. Кромѣ того самая постройка такихъ мостовъ легче и быстрѣе, если только не встрѣтится затрудненій въ устройствѣ большого числа устоевъ.

5. Всякій устой, поставленный въ рѣкѣ, стѣсняетъ ея живое сѣченіе. Отъ такого стѣсненія средняя скорость теченія увеличивается, а съ нею увеличивается скорость на поверхности и на днѣ, отчего происходитъ подпоръ воды (т. е. подъемъ уровня ея съ верховой стороны устоя), стремящійся опрокинуть устой, и размывъ дна. На это обстоятельство слѣдуетъ обращать вниманіе особенно при высокихъ каменныхъ и ряжевыхъ устояхъ, значительно стѣсняющихъ площадь живого сѣченія рѣки.

Для предупрежденія подмыва устоевъ живое сѣченіе рѣки должно быть стѣсняемо не далѣе извѣстнаго предѣла, зависящаго отъ качества грунта дна рѣки. При опредѣленіи этого предѣла слѣдуетъ имѣть въ виду 2 случая: 1) Когда подмывъ дна вовсе не допускается и 2) когда онъ можетъ быть допущенъ на извѣстную глубину.

Въ первомъ случаѣ все дѣло сводится къ опредѣленію той наибольшей скорости на днѣ, которая еще не размываетъ даннаго грунта.

Скорость теченія, при которой начинаютъ размываться разные грунты, слѣдующая:

для	мягкаго чернозема	0,25	ф. въ секунду и болѣе.
»	глинистаго	0, 5	» » » » »
»	песчанаго	1	» » » » »
»	гравія (величиною съ бобъ) .	2	» » » » »
»	кремнистаго (съ куриное яйцо)	2—4	» » » » »
»	конгломератъ и мягкій сланецъ	5	» » » » »
»	скалистаго » » »	6	» » » » »
»	твердой скалы » »	10	» » » » »

Если ω и v—первопачальная площадь живого сѣченія и средняя скорость, а ω' и v'—площадь жив. сѣч. и средняя скорость при живомъ сѣченіи, стѣсненномъ устоями, и такъ какъ расходъ воды (т. е. количество ея, протекающее въ единицу времени черезъ данное поперечное сѣченіе) и послѣ постройки моста долженъ оставаться тотъ-же, что и до постройки, то ω v д. б. равно ω' v', а отсюда, зная v, ω и ω' легко опредѣлимъ и v'. Пользуясь затѣмъ формулами Прони, опредѣлимъ скорость на поверхности, соотвѣтствующую скорости v', а затѣмъ легко опредѣлится и скорость на днѣ. Если эта послѣдняя скорость будетъ болѣе той, при которой данный грунтъ размывается, придется или уменьшить число устоевъ или уменьшить площадь поперечнаго сѣченія каждаго изъ нихъ.

На судоходныхъ рѣкахъ скорость на поверхности не должна быть болѣе 6 ф. При скорости въ 10 ф. судоходство совсѣмъ невозможно.

При плавучихъ устояхъ стѣсненіе живого сѣченія отражается увеличеніемъ натянутости канатовъ, а иногда и нѣкоторымъ подмывомъ береговъ.

Если размывъ дна допускается, то поперечное сѣченіе устоевъ подбираютъ такъ, чтобы вода, размывъ дно до допускаемаго предѣла, протекала бы затѣмъ съ прежнею нормальною скоростью.

Отверстія для мостовъ и трубъ черезъ сухіе овраги опредѣляются по наибольшему расходу воды, который получается для бассейна даннаго оврага во время самыхъ сильныхъ дождей.

Для опредѣленія наименьшей площади живого сѣченія при

извѣстной глубинѣ весеннихъ водъ можно руководствоваться слѣдующею таблицею:

Поверхность бассейна въ кв. верст.	*Коэффиціентъ К.*
50— 100	0.07
100— 300	0,06
300— 500	0,05
500— 1000	0,045
1000— 2000	0,04
2000— 5000	0,035
5000—10000	0,03
10000—15000	0,025
15000—20000	0,02
20000—30000	0,015
30000—50000	0,01

Умноживъ площадь бассейна (въ кв. верстахъ) на соотвѣтственный коэффиціентъ *К*, получимъ наименьшую площадь живого сѣченія въ кв. саженяхъ, а раздѣливъ эту полученную площадь на среднюю глубину весеннихъ водъ, получимъ наименьшую длину моста.

6. При устройствѣ трубы или небольшихъ открытыхъ мостиковъ черезъ ручьи и сухіе овраги съ бассейнами не болѣе 50 кв. верстъ можно принять, что расходъ воды въ секунду равенъ произведенію A×Q×L, гдѣ A—поверхность бассейна, Q—высота столба въ 1 сек. отъ наибольшаго ливня, и м. б. принята равнымъ 0,000016 метра=0,000052 ф.; L—численный коэффиціентъ, равный:

при длинѣ бассейна не болѣе $3^1/_2$ верстъ		— $^1/_2$
$3^1/_2$— 7	»	— $^1/_4$
7 —$10^1/_2$	»	— $^3/_{16}$
$10^1/_2$—14	»	— $^1/_8$
14 —$17^1/_2$	»	— $^1/_{16}$

При уклонѣ дна менѣе 0,005, L м. б. уменьшенъ на половину.

При опредѣленіи по полученному расходу воды отверстія моста слѣдуетъ руководствоваться указаніями предыдущаго параграфа, при этомъ если русло покрыто одеждою, какъ, напр.: въ трубахъ, то скорость теченія м. б. взята

при чугунномъ или деревянномъ руслѣ	не	болѣе	20 ф.
» каменномъ, въ видѣ обратнаго свода	»	»	14 »
» булыжной вымосткѣ	»	»	7 »

Напр., если длина бассейна выше моста—12 верстъ, площадь 30 кв. в. русло булыжное, то величина отверстія моста въ кв. саж. будетъ: расходъ воды $30 \times 500 \times 500 \times \frac{0,000052}{7} \times {}^1/_8 = 7,03$ куб. саж.: скорость—7 фут. или 1 саж. Слѣдовательно, отверстіе моста$=\frac{7,03}{1}=$ $=7,03$ квадр. саж.

7. Теченіе рѣкъ, особенно въ высокую воду, совершается весьма неправильно. Размывъ дна происходитъ не равномѣрно, а сосредоточивается въ извѣстной только части рѣки. Поэтому весьма важно наблюдать въ это время за измѣненіями очертанія дна съ тѣмъ, чтобы можно было своевременно принять мѣры противъ подмыва устоевъ. Лучшимъ средствомъ для прекращенія размыва дна служитъ заброска его камнями или мѣшками съ землею или навозомъ.

8. Величина пролета моста зависитъ не отъ одного только отверстія моста, но и отъ качества и размѣровъ имѣющагося матеріала, отъ давленій, испытываемыхъ мостомъ и отъ системы верхняго строенія и устоевъ.

9. Мостъ испытываетъ слѣдующія давленія:

а) *Вертикальныя*: собственный его вѣсъ, вѣсъ переправляющихся грузовъ, удары, происходящіе во время движенія грузовъ и сопротивленіе опоръ.

б) *Горизонтальныя*: давленіе вѣтра, боковая качка отъ прохода грузовъ и удары объ устои тѣлъ, плывущихъ по рѣкѣ.

Вѣсъ моста зависитъ отъ вѣса матеріаловъ, употребленныхъ на его устройство.

Для деревянныхъ мостовъ можно принять для приблизительныхъ разсчетовъ вѣсъ верхняго строенія моста 20 — 30 пуд. на 1 кв. саж. его поверхности.

Вѣсъ досчатой настилки, толщиною	2	д. — 6,1	фун.	1 кв. ф. —	7,5	п.	1	кв. с
	$2^1/_2$	» — 7,8	»	»	9,5	»		»
	3	» —10	»	»	12,25	»		»

Временная нагрузка можетъ быть или равномѣрно распредѣленная или сосредоточенная въ нѣсколькихъ точкахъ. Первая можетъ быть принимаема 60—80 пуд. на 1 кв. с. Вторая—зависитъ отъ вѣса проходящихъ повозокъ и для полевыхъ войскъ можетъ быть принята около 120 пуд. или 30 пуд. на 1 колесо (при длинѣ хода $8^1/_2$ фут. и ширинѣ 5 фут.) для осадной артиллеріи — 300

пудовъ, или 75 пуд. на 1 колесо (при длинѣ хода 10⅓ ф. и ширинѣ 5 фут.).

Давленіе вѣтра можно принять 1 — 1⅓ пуд. на кв. ф. плоскости, перпендикулярной къ его направленію. Наклоненіе вѣтра къ горизонту составляетъ 8—15°.

10. Матеріалъ, наичаще употребляемый для устройства военныхъ мостовъ, есть дерево въ видѣ бревенъ, брусьевъ, шпалъ, досокъ. Кромѣ того употребляется: желѣзо, полосовое, угловое, круглое въ видѣ болтовъ, хомутовъ, скобъ, проволоки, рельсовъ; сталь—въ видѣ рельсовъ, чугунъ въ видѣ разнаго рода подушекъ, подкладокъ и т. д.

Сопротивленіе матеріаловъ различнымъ внѣшнимъ усиліямъ или такъ называемая *прочность* матеріала зависитъ отъ рода и направленія этихъ усилій и отъ рода самаго матеріала.

11. *Предѣломъ прочнаго сопротивленія* даннаго матеріала извѣстному внѣшнему усилію называется та наибольшая величина силы упругости матеріала, которую еще можно допускать на практикѣ съ тѣмъ, чтобы тѣло имѣло достаточную прочность и противъ тѣхъ временныхъ или случайныхъ усилій, которымъ оно можетъ подвергнуться и которыхъ точнымъ образомъ опредѣлить напередъ нельзя.

Для частей мостовыхъ сооруженій можно принять слѣдующіе предѣлы прочнаго сопротивленія:

1) Растяженію—для дерева 36—40 п. на 1 кв. д. попер. сѣченія.
» желѣза 300 » » » »
» стали 400—500 » » » »

2) Скалыванію или перерѣзыв.: для дерева—4—6 п. на 1 кв. д. попер. сѣченія
» жел. и стали 180 » »

3) Смятію параллельно волокнамъ: для дерева, при глубинѣ врубки до 1½ д.—20 п.
при большей глубинѣ—15 пуд. на 1 кв. д. поперечн. сѣченія.

4) Смятію перпендикулярно волокнамъ: для дерева — 8 пуд. на 1 кв. д. поперечнаго сѣченія.

5) Сжатію или раздробленію: прочное сопротивленіе зависитъ отъ отношенія высоты h стойки къ наименьшему ея размѣру a ея поперечнаго сѣченія.

Для дерева: при h: a=1—12—24—36—48—60—72
прочное сопрот.=24—20—12—8—4—2—1 пуд. на 1 кв. д. попер. сѣченія.

Для чугуна: при h: a=5—10—20—30—40—50—60—70—80—90—100
прочное сопрот. 500—260—180—110—75—50—35—25—20—17—15 пуд. на 1 кв. д. попер. сѣченія.

Для желѣза: при h: a=5—10—20—30—40—50—60—70—80—90—100
прочное сопрот. 200—125—115—110—85—70—60—50—40—35—25 пуд. на 1 кв. д. попер. сѣченія.

Для стали прочное сопротивл.: сжатію вдвое болѣе, чѣмъ для желѣза.

Въ приложеніи въ таблицѣ 1 указано прочное сопротивленіе сжатію деревянныхъ стоекъ круглаго и прямоугольнаго поперечнаго сѣченія.

Примѣръ. Пусть высота деревянной стойки съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ, діаметромъ 10 д., будетъ 15 ф., требуется опредѣлить грузъ, выдерживаемый ею? — Въ данномъ случаѣ $\frac{h}{a}=\frac{15\times 12}{10}=18$. Слѣдов. прочное сопротивленіе сжатою на 1 кв. д. будетъ приблизительно (точнѣе можно опредѣлить по правилу интерполяціи) среднее между 20 и 12 пуд., т. е. около 16 пуд. Слѣдов. грузъ, выдерживаемый стойкою, будетъ равенъ $\frac{\pi\delta^2}{4}.R=\frac{22}{7}\times\frac{100}{4}\times 16=1257$ пуд.

12. Сопротивленіе брусьевъ изгибу зависитъ нетолько отъ качества матерьяла, но и отъ величины и рода нагрузки, отъ разстоянія между точками опоры изгибаемыхъ брусьевъ и наконецъ отъ размѣровъ и вида поперечнаго сѣченія послѣднихъ.

Нагрузка или давленіе на изгибаемые брусья можетъ быть или сосредоточеннымъ въ одной или нѣсколькихъ точкахъ изгибаемаго бруса, или быть равномѣрно распредѣленнымъ по всей его длинѣ, или же наконецъ одновременно и тѣмъ и другимъ.

Слѣдующая общая формула выражаетъ взаимную зависимость между величиною и родомъ нагрузки и сопротивленіемъ изгибаемаго бруса:

$$\left(P+\frac{pl}{2}\right)\frac{(l-x)x}{l}\angle RW,$$

гдѣ P—величина сосредоточен. груза, p—величина равномѣрно распредѣленнаго груза, приходящагося на единицу длины бруса т. обр. pl—есть полный равномѣрно распредѣленный грузъ, приходящійся на данный брусъ.

l—длина бруса (въ дюймахъ).

x—разстояніе груза P отъ одной изъ точекъ опоры изгибаемаго бруса.

R—предѣлъ прочн. сопротивл. матерьяла бруса растяженію и сжатію при изгибѣ и м. б. принятъ равнымъ среднему ариѳметическому сопротивленію растяженію и сжатію (см. § 11).

W—моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія бруса относительно горизонтальной оси, проходящей черезъ центръ тяжести бруса. W зависитъ отъ вида поперечнаго сѣченія бруса:

1) Для прямоугольнаго бруса высотою b и шириною a (въ дюймахъ)

$$W = \frac{ab^2}{6};$$

2) Для бруса, составленнаго изъ n брусьевъ (фиг. 6)

$$W = \frac{nab^2}{6};$$

3) Для круглаго, діаметромъ d (въ дюймахъ)

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \text{ или около } \frac{d^3}{10};$$

4) Полукруглаго, діаметромъ d и опирающагося на опоры своимъ плоскимъ основаніемъ.

$$W = 0{,}032\ d^3;$$

5) Двутавроваго или трубчатаго (фиг. 7) (всѣ величины въ дюймахъ)

$$W = \frac{BH^3 - bh^3}{6\ H};$$

6) Сѣченія вида (фиг. 8)

$$W = \frac{a(h^3 - h_1{}^3)}{6\ h};$$

7) Рельса типа Виньоля, высотою h

приблизительно $W = 0{,}075h^3$ (фиг. 9);

8) Кольцевого, наружн. діам. d, внутр. d_1:

$$W = \frac{d^4 - d_1{}^4}{10\ d}.$$

Въ приложеніи въ таблицѣ 2 указаны величины W для прямоугольныхъ круглыхъ и полукруглыхъ брусьевъ и для рельсовъ.

Наибольшее напряженіе происходитъ въ томъ случаѣ, когда сосредоточенный грузъ расположенъ на срединѣ бруса. Въ этомъ случаѣ $x = \frac{1}{2}$ и предъидущая формула приметъ такой видъ:

$$\frac{Pl}{4} + \frac{pl \times l}{8} \angle RW \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Если въ этой формулѣ предположимъ $P = 0$ то $pl = \frac{8RW}{l}$

» » » » » $pl = 0$ » $P = \frac{4RW}{l}$

т. е. вдвое менѣе, чѣмъ pl.

Отсюда вытекаетъ такое правило: *одинъ и тотъ же брусъ* (*R и W остаются одни и тѣ же*) *можетъ выдержать равномѣрно распредѣленный грузъ вдвое болѣе, чѣмъ сосредоточенный*

на срединѣ, или при равныхъ грузахъ: напряженіе бруса при сосредоточенномъ на срединѣ грузѣ будетъ вдвое болѣе, чѣмъ при равномѣрно распредѣленномъ.

Пользуясь формулою (1) можно рѣшать разныя задачи. Напр. 1) По данной нагрузкѣ, длинѣ пролета и извѣстномъ матерьялѣ опредѣлить размѣры бруса? Здѣсь P, p, l и R — извѣстны, неизвѣстно только W.

При балкахъ прямоугольнаго сѣченія въ W входятъ ширина и высота бруса. Задавшись одною изъ нихъ, опредѣлимъ и другую. Если требуемые брусья вытесываются изъ *имѣющихся* уже бревенъ, то лучше всего давать имъ такіе поперечные размѣры, чтобы ширина составляла $^5/_7$ высоты бруса, т. к. при такомъ соотношеніи W получается наибольшимъ *).

2) По данному пролету и брусу опредѣлить наибольшій выдерживаемый имъ сосредоточенный грузъ? Здѣсь неизвѣсто P, pl — будетъ вѣсъ самого бруса.

3) Повѣрить, выдержитъ ли брусъ данную нагрузку при данномъ пролетѣ? Зная P, p, l и W, остается опредѣлить R. Если онъ выйдетъ болѣе допускаемаго, значитъ напряженіе бруса будетъ выше предѣльнаго допускаемаго и слѣдов. такая нагрузка должна считаться чрезмѣрною.

Напр.: длина пролета 3 саж., сосред. грузъ 40 пуд. опредѣлить діаметръ круглой балки $\frac{40 \times 3 \times 84}{4} \leq \frac{40d^3}{10}$, $d = 8{,}6$ дюйма.

Длина пролета 261 д., брусъ шириною $4^1/_2$ и высотою $6^1/_2$ д., опредѣлить наибольшій равномѣрно распредѣленный грузъ: $\frac{pl \times 261}{8} \leq 40 \times \frac{4{,}5 \times 6{,}5^2}{6}$, $pl = 38$ пуд.

*) Max. $W = \frac{ab^2}{6}$ (при одномъ и томъ же діаметрѣ бревна) получается при max. ab^2. Если діагональ бруса или, что то же самое, толщину бревна, изъ котораго вытесанъ этотъ брусъ, назовемъ черезъ d, то очевидно $b^2 = d^2 - a^2$, и

$$ab^2 = a\,(d^2 - a^2) = ad^2 - a^3.$$

Для опредѣленія max. ab^2 возьмемъ первую производную функцію и приравняемъ ее 0: $(ad^2 - a^3)' = d^2 - 3a^2 = 0$,

отсюда $$a^2 = \frac{d^2}{3}.$$

Слѣдов. $$b^2 = d^2 - a^2 = \frac{2d^2}{3} = 2a^2$$

и $\frac{b^2}{a^2} = 2$, слѣдов. $\frac{b}{a} = \sqrt{2} = 1{,}4 = \frac{7}{5}$,

слѣдов.: max. ab^2 получается при $b = \frac{7}{5}\,a$.

Длина пролета 2 саж., желѣзный рельсъ высотою 5 дюйм. Опредѣлить, выдержитъ-ли онъ сосредочен. нагрузку въ 75 пуд., вѣсъ рельса$=14\times25\times{}^{1}/_{40}=9$ пуд. $\frac{75\times2\times84}{4}+\frac{9\times2\times84}{8}\angle R\times0{,}075\times125$, R—370 пуд.—болѣе допускаемаго.

13. Если на балку дѣйствуютъ 2 равныхъ сосредоточенныхъ груза P, удаленныхъ одинъ отъ другого на разстояніи L, формула (1) обращается $\frac{P(2l-L)^2}{8l}+\frac{pl\times l}{8}\angle RW$ . . (2). При $L>0{,}6l$ напряженіе бруса отъ одного изъ этихъ грузовъ, стоящаго на срединѣ пролета будетъ болѣе, нежели отъ двухъ стоящихъ на балкѣ въ разстояніи L одинъ отъ другаго, почему въ этомъ случаѣ надо брать формулу (1).

При малыхъ пролетахъ и сравнительно небольшихъ сосредоточенныхъ грузахъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ военныхъ мостахъ, эта формула даетъ почти тѣ-же результаты, что и (1), почему для опредѣленія напряженія брусьевъ военныхъ мостовъ, подверженныхъ давленію отъ одного или отъ двухъ сосредоточенныхъ грузовъ можно пользоваться только формулою (1).

14. Если балка подвержена дѣйствію двухъ сосредоточенныхъ грузовъ, симметрично расположенныхъ относительно ея точекъ опоры (фиг. 10), то формула (1) обращается въ: $Pc+\frac{pl\times l}{8}\angle RW$ (3), гдѣ *c* есть разстояніе между однимъ изъ грузовъ и ближайшею къ нему точкою опоры *).

15. Если балка опирается только на одну опору (фиг. 11), а сосредоточенный грузъ расположенъ на другомъ ея концѣ, то формула (1) принимаетъ видъ: $Pl+\frac{pl\times l}{2}<RW$ (4), гдѣ l — есть длина балки отъ точки опоры до другого ея конца.

16. Напряженіе изгибаемыхъ брусьевъ обнаруживается ихъ прогибомъ. Для прочности брусьевъ стрѣла прогиба *f* (фиг. (12) должна быть не болѣе $\frac{1}{1000}$ — ${}^{1}/_{600}$ длины пролета.

Теоретически стрѣла прогиба можетъ быть опредѣлена по формулѣ $f=k\frac{Pl^3}{EI}$, гдѣ:

k — для P сосредот. груза $={}^{1}/_{48}$, для P равн. распр. $={}^{5}/_{384}$.
l — пролетъ въ дюймахъ, f — стрѣла прогиба въ дюймахъ.
E — для дерева 50000, для желѣза 750000.

---

*) Напряженіе бруса, опредѣляемыя по этой формулѣ, получаются большое опредѣляемыхъ по формулѣ (1) только если *c* болѣе $\frac{1}{4}$.

I = w, умноженному на половину высоты бруса.

17. *Сопротивленіе тѣлъ изгибу, изъ какого-бы матеріала онѣ не состояли, всегда менѣе сопротивленія ихъ продольнымъ напряженіямъ, т. е. растяженію и сжатію. Поэтому, проектируя мостъ, слѣдуетъ сообразить его конструкцію такимъ образомъ, чтобы въ немъ было возможно менѣе изгибаемыхъ частей и чтобы самыя изгибающія усилія, сами по себѣ, были наименьшія.* Кромѣ того, *для достиженія большей прочности надо стремиться, чтобы каждая изъ составныхъ частей моста подвергалась по возможности лишь одному роду напряженій, т. е. или растяженію или сжатію, а не тому и другому попеременно.*

ПОЛЕВЫЕ МОСТЫ.

18. Мосты эти, какъ сказано было выше, устраиваются въ минуту надобности и существованіе ихъ вообще непродолжительное. Быстрота постройки ихъ очень важна. Они не нуждаются въ столь большомъ запасѣ прочности, какая необходима для временныхъ военныхъ мостовъ, почему конструкція ихъ должна быть самая простая, количество потребнаго для нихъ матерьяла самое ограниченное, соединеніе между собою различныхъ частей ихъ должно дѣлаться, избѣгая всякихъ сложныхъ врубокъ, а преимущественно помощью веревокъ, проволоки, скобъ и т. п. Напряженія матерьяла въ этихъ мостахъ, въ виду краткаго ихъ существованія могутъ быть допускаемы значительно болѣе, указанныхъ выше въ § 11.

Въ большинствѣ случаевъ, мосты эти приходится дѣлать изъ матерьяловъ, находящихся подъ рукою и слѣдов. не всегда удовлетворяющихъ новому своему назначенію. Поэтому, приступая къ постройкѣ этихъ мостовъ и заготовкѣ для нихъ матерьяловъ, въ видахъ ускоренія хода этихъ работъ, очень важно обратить самое строгое вниманіе на надлежащую сортировку находимыхъ матерьяловъ для того, чтобы не пришлось замедлять или пріостанавливать уже начатую постройку моста, вслѣдствіе неразысканія еще подходящаго матерьяла для той или другой части его.

19. Относительно размѣровъ главныхъ составныхъ частей этихъ мостовъ можно руководствоваться слѣдующимъ:

При ширинѣ моста около 10 ф. и при 4—5 переводинахъ на пролетѣ толщина настилки можетъ быть:

для переправы пѣхоты $1^1/_2$ д.
» полев. артилл. . . 2 »
» осадн. » . . $2^1/_2$ »

При пролетахъ до 2 саж. толщина переводинъ въ вершкахъ должна быть не менѣе длины пролета въ аршинахъ. При большихъ пролетахъ толщина переводинъ въ вершкахъ должна быть не менѣе $^2/_3$ длины пролета въ аршинахъ (напр. для 9 арш. пролета толщ. переводинъ—6 вершк.) Толщина козловыхъ перекладинъ, насадокъ и другихъ поперечныхъ брусьевъ, на которые опираются концы переводинъ, должна быть 1—$1^1/_2$ вершка болѣе толщины послѣднихъ. Такой-же толщины должны быть переводины и для осадной артиллеріи.

Таковые мосты могутъ устраиваться на постоянныхъ и пловучихъ устояхъ.

20. На листахъ 1—3 чертежей указаны разнообразные типы полевыхъ мостовъ на постоянныхъ устояхъ.

На фиг. 13 изображенъ переходъ по деревьямъ, срубленнымъ на берегу и сброшеннымъ въ рѣку вершинами къ срединѣ послѣдней. Чтобы теченіе не относило вершинъ внизъ, къ нимъ привязаны канаты, закрѣпленные на берегу.

На фиг. 14 показанъ переходъ для одиночныхъ людей черезъ глубокія ущелья или трещины горъ, часто примѣнявшійся англичанами въ Испаніи въ 1810—12 годахъ. Сколачивались бруски въ видѣ обыкновенной приставной лѣстницы, которая выдвигалась надъ пропастью. Задній конецъ ея на берегу нагружался камнями. На выдвинутый конецъ становились люди и перебрасывали на противуположный конецъ другую такую же лѣстницу.

На фиг. 15 изображенъ обыкновенный балочный мостикъ.
» » 16 » мостъ изъ короткихъ переводинъ.
» » 17 » накатный мостъ, часто примѣнявшійся нашими войсками на Кавказѣ, почему и называемый Кавказскимъ.

На фиг. 18—мосты изъ тонкихъ жердей, подпертыхъ посрединѣ стойками или перекладиной, лежащей на подкосахъ.

На фиг. 19—21 показано устройство переплетныхъ мостовъ со среднею или безъ средней рамы. Первые мосты могутъ устраиваться при пролетахъ не болѣе 6—7 саж., вторые—4—5 саж. Для устройства этихъ мостовъ съ такими пролетами бревна должны быть толщиною не менѣе 4 — 5 верш. Какъ видно изъ чертежа,

переплетные мосты со среднею рамою состоятъ изъ 3 рамъ, изъ коихъ 1 средняя и 2 подкосныя;—безъ средней рамы—изъ двухъ подкосныхъ рамъ. Подкосныя рамы должны составлять съ горизонтомъ уголъ около 30°—45°. Брусья, составляющіе раму, должны возможно прочнѣе скрѣпляться одинъ съ другимъ. Веревки, служащія для этихъ скрѣпленій, лучше замѣнять проволокою. Полезно также бревна немного притесывать одно къ другому. Для приданія мостамъ большей жесткости и для устраненія сильной качки ихъ во время переправы полезно скрѣплять продольные брусья каждой рамы діагональными схватками *б* изъ досокъ, пластинъ и т. п., къ средней части моста прикрѣплять веревочныя или проволочныя оттяжки, закрѣпляемыя другимъ концомъ на берегу. Упоръ нижнихъ концовъ подкосныхъ рамъ въ берегъ долженъ быть по возможности прочный и неподвижный. Наводка этихъ мостовъ производится: въ мостахъ безъ средней рамы опрокидываніемъ подкосныхъ рамъ съ обоихъ береговъ одна навстрѣчу другой, удерживая верхніе концы ихъ оттяжками; въ мостахъ со среднею рамою наводку лучше производить такимъ образомъ: опрокидываютъ по предыдущему подкосныя рамы одна на встрѣчу другой и, не доведя немного наклона ихъ до предполагаемаго, удерживаютъ ихъ въ этомъ положеніи помощью оттяжекъ. Затѣмъ нѣсколько человѣкъ взбираются къ верхнимъ перекладинамъ подкосныхъ рамъ, которые помощью людей на берегу и веревокъ продвигаютъ продольные брусья средней рамы между поперечинами подкосныхъ, и затѣмъ, когда эти брусья лягутъ на поперечины обѣихъ подкосныхъ рамъ, послѣднія опускаются въ окончательное свое положеніе, зажимаютъ между поперечинами продольные средніе брусья и мостъ готовъ. Остается только уложить переводины и настилку. При такомъ способѣ наводки всѣ поперечные брусья *а* и *б* привязываются уже ранѣе къ продольнымъ брусьямъ подкосныхъ рамъ.

Переплетные мосты могутъ быть собраны и установлены въ теченіи 6—7 часовъ при 40—60 рабочихъ.

Переплетные мосты отличаются малою жесткостью и подвержены качкѣ. Мосты со среднею рамою менѣе прочны, чѣмъ безъ средней.

На фиг. 22—24 показаны разнаго вида стропильные мосты. Они нѣсколько сложны для полевыхъ мостовъ.

На фиг. 25 средина моста поддерживается козломъ, поставленнымъ на канаты, перетянутые съ одного берега на другой. На

фиг. 26 показанъ мостъ черезъ каналъ Шамратъ, построенный въ 1873 г. во время хивинской экспедиціи Туркестанскаго отряда. Для моста имѣлись только доски длиною 8 ф., шириною 9 д. и толщиною 2 дюйма. Мостъ состоялъ изъ 3 досчатыхъ фермъ, связанныхъ между собою нѣсколькими тонкими поперечными брусками, между которыми уложенъ былъ сплошной рядъ жердей, поддерживавшихъ хворостъ и земляную засыпку. Пролетъ 20 ф.

Каждая ферма состояла изъ одной горизонтальной доски и двухъ подкосовъ, состоявшихъ каждый изъ 3 плотно связанныхъ между собою досокъ. Верхняя часть средней доски была срѣзана и представляла такимъ образомъ проушину, въ которую и вставлялась горизонтальная доска фермы. Чтобы избѣжать раздвиганія нижнихъ концовъ фермы, они были связаны между собою канатомъ. На фиг. 27 представленъ мостъ изъ рельсовъ, построенный въ 1892 г. во 2-й Саперной Бригадѣ по проекту поручика Григорьева. Оригинальность конструкціи этого моста заключается въ томъ, что рельсы упираются одинъ въ другой и удерживаются въ равновѣсіи однимъ только треніемъ и не требуютъ никакихъ слесарныхъ или кузнечныхъ работъ. Каждый подкосъ состоитъ изъ двухъ рельсовъ, наклоненныхъ (въ поперечномъ сѣченіи моста) одинъ къ другому подъ угломъ около 60°. Сборка моста потребовала всего 1 часъ времени и произведена помощью 2 обыкновенныхъ козелъ. На фиг. 28—29 показаны разнаго вида козла изъ жердей. На фиг. 30 показано устройство козелъ изъ рельсовъ и шпалъ. Пары ногъ, соединенныя схватками, устанавливаются на мѣсто, а затѣмъ на нихъ накладывается перекладина рельсъ. На фиг. 31 показаны козла изъ досокъ. Перекладина состоитъ изъ 3 досокъ. Для приданія козловымъ ногамъ уклона въ поперечной профили козла къ перекладинѣ прибиты клинья с, с. Фиг. 32 представляетъ устои изъ городковъ, складываемыхъ изъ шпалъ, дровъ и т. п. матеріаловъ. Для большей прочности бруски могутъ скрѣпляться между собою скобами. На фиг. 33 показаны устои изъ досокъ. На фиг. 34—35 изъ туровъ. На туры накладываются кресты, средины которыхъ подпираются кольями. На кресты верхняго ряда туровъ кладется перекладина, служащая опорою для концовъ переводинъ. На фиг. 36 показаны устои изъ телѣгъ. Перекладина, поддерживающая концы переводинъ, можетъ опереться на оси телѣгъ или на грядки кузововъ, смотря по тому, что прочнѣе. На фиг. 37 указанъ мостъ, построенный французами во время

Топкинской экспедиціи через р. Траидамъ. Каждый изъ боковыхъ устоевъ состоялъ изъ двухъ рѣшетчатыхъ вертикальныхъ, квадратнаго сѣченія, трубъ. Каждая труба была составлена изъ 4 звеньевъ переносной желѣзной дороги системы Дековиля т. обр., что каждое звено образовало одинъ изъ боковъ трубы. Всѣ звенья были крѣпко связаны между собою проволокою и раскошены досками, какъ показано на фиг. 37. Пролеты были перекрыты двумя такими же трубчатыми балками. Балки были сдѣланы неразрѣзными, причемъ стыки вертикальныхъ и горизонтальныхъ звеньевъ, образовавшихъ эти балки, были разогнаны и не приходились въ одной плоскости. Сверху вдоль балокъ было положено 2 ряда досокъ, прибитыхъ гвоздями къ торцамъ крестовъ и служившихъ опорою для жердей, составлявшихъ настилку и засыпанныхъ сверху утрамбованною землею. Береговые откосы были укрѣплены бамбуковыми жердями уложенными перпендикулярно къ подошвѣ откоса и закрѣпленными двумя рядами анкеровъ.

Весною 1885 года, несмотря на подмывъ одного изъ откосовъ высокою водою и упавшую одну изъ трубъ устоя, по этому мосту была провезена 9,5 сантим. пушка.

По окончаніи постройки этого моста открывшееся по немъ движеніе указало на слабость балокъ на среднемъ пролетѣ, почему этотъ пролетъ раздѣлили пополамъ, поставивъ еще средній устой изъ обыкновеннаго козла, на перекладину котораго былъ поставленъ американскій козелъ (т. е. съ вертикальными ногами).

21. Плавучіе полевые мосты могутъ устраиваться на лодкахъ или судахъ, находимыхъ на мѣстѣ, и на плотахъ. Устройство такихъ мостовъ вообще мало чѣмъ будетъ отличаться отъ устройства временныхъ мостовъ на такихъ же опорахъ, почему правила, изложенныя ниже въ §§ 79—93 для послѣднихъ, будутъ пригодны и для полевыхъ мостовъ на судахъ или плотахъ.

Устройство плотовыхъ мостовъ для переправы легкихъ отрядовъ безъ артиллеріи и обозовъ указано на фиг. 38, изъ которой видно, что мосты эти связываются въ видѣ отдѣльныхъ звеньевъ, состоящихъ каждое изъ нѣсколькихъ бревенъ. Число и толщина бревенъ должны быть такъ выбираемы, чтобы на каждую пог. саж. звена приходилось до 30 куб. ф. бревенъ. Слѣдовательно:

При толщинѣ бревенъ въ 4 вершк.: число ихъ въ звенѣ будетъ 15
» » » » 5 » » » » » » 10
» » » » 6 » » » » » » 7

*

При толщинѣ	бревенъ	въ	7 вершк.:	число	ихъ	въ	звенѣ	будетъ	5
»	»	»	» 8	»	»	»	»	»	4
»	»	»	» 9—10	»	»	»	»	»	3
»	»	»	» 11	»	»	»	»	»	2

Звенья связываются вдоль берега, скрѣпляются между собою помощью веревокъ, покрываются сверху настилкою и полученный такимъ образомъ мостъ помощью канатовъ и лодокъ поворачивается поперекъ рѣки, закрѣпляется у береговъ и помощью якорей или другихъ замѣняющихъ ихъ приспособленій (см. ниже §§ 91—93) удерживается на мѣстѣ.

Кромѣ описанныхъ устоями плавучихъ полевыхъ мостовъ могутъ быть лодки, сдѣланныя на мѣстѣ изъ подручныхъ матерьяловъ, и бурдюки.

Образчикомъ первыхъ могутъ служить лодки и паромы, устраиваемые изъ принадлежностей обоза по типу, выработанному во 2-й Саперной Бригадѣ. Для устройства лодки снимаютъ съ 2-хъ форменныхъ повозокъ обоза боковые и задніе щиты и устраиваютъ изъ нихъ остовъ лодки, какъ показано на фиг. 39—40. Для образованія носа и кормы привязываютъ коновязные колья *а*. Остовъ ставятъ на разостланные и смоченные въ водѣ брезенты, которые и привязываются къ щитамъ. Когда лодка связана, накладываютъ сверху нѣсколько досокъ *б* (сидѣнья для ѣздовыхъ), которыя способствуютъ лучшему скрѣпленію лодки и могутъ въ то же время служить сидѣньемъ для гребцовъ.

Такая лодка имѣетъ подъемную силу до 50 пуд. Двѣ лодки могутъ быть помощью дышелъ соединены въ паромъ и служить для переправы обоза или команды до 20 человѣкъ. Для устройства лодки опытными рабочими достаточно 6 человѣкъ и 15 минутъ времени. Паромъ изъ готовыхъ лодокъ собирается въ 5 минутъ.

Въ 36-й пѣх. дивизіи испытаны были лодки, сдѣланныя изъ повозокъ образца 1884 года, слѣдующаго устройства: на два брезента, соединенные по длинѣ веревкою, продѣтою въ петли, и разложенные на землю съ небольшою складкою, прикрывавшею этотъ швъ, ставилась повозка, снятая съ колесъ. Брезенты заворачивались на грядки и привязывались къ нимъ. Задній конецъ веревки, проходящей черезъ петли брезентовъ, привязывался къ верхнему бруску задняго щитка повозки, а передній конецъ той же веревки привязывался къ коновязному колу, надѣтому кольцомъ на передній конецъ одной изъ грядокъ, а остріемъ опиравшемуся на обшивку другой грядки. Чтобы брезентъ плотнѣе прилегалъ къ дну повозки снизу пропускались веревки, концы которыхъ привязывались къ грядкамъ. Двѣ такихъ лодки помощью трехъ дышелъ связывались въ паромъ для 14—16 чел. въ полномъ снаряженіи. Одна лодка можетъ поднять до 8 челов., но она мало устойчива.

Тамъ же испытывались плоты изъ обоаныхъ ящиковъ для чая и сахара и изъ артельныхъ котловъ. Ставилось въ рядъ 6 ящиковъ, на нихъ клали дышло, а съ боковъ—продольныя жерди отъ носилокъ. Все это крѣпко перевязывалось веревками. Два такихъ плотика связывались тремя дышлами въ одинъ паромъ, поднимавшій до 10 человѣкъ. Паромъ изъ котловъ состоялъ изъ двухъ звеньевъ, связанныхъ между собою дышлами. Каждое звено состояло изъ 4 котловъ, плотно закрытыхъ крышками и крѣпко привязанныхъ къ одному дышлу. Паромъ изъ 8 котловъ поднималъ до 8 человѣкъ.

22. *Бурдюки* приготовляются изъ шкуръ лошадей, быковъ, воловъ и барановъ. Шкуры коровъ считаются менѣе пригодными. Шкуры сшиваются шерстью внутрь.

Для приготовленія бурдюка отрубаютъ у убитаго животнаго голову и ноги до колѣнъ. Сдѣлавъ затѣмъ разрѣзъ *а* или *б* (фиг. 41) кожи, осторожно сдираютъ ее сначала съ одной ноги, потомъ съ другой, заворачивая кожу въ наружу. Затѣмъ осторожно сдираютъ ее съ туловища (лучше прямо руками, безъ ножа, чтобы не повредить кожи) и, наконецъ, съ другой пары ногъ. Кожу лучше снимать въ то время, когда трупъ еще не вполнѣ остылъ. Времени для сдиранія кожи требуется около 2—3 часовъ.

Если бурдюки устраиваются не сейчасъ, то для лучшаго сохраненія кожи ее просушиваютъ при 6 — 12° R. и посыпаютъ смѣсью изъ квасцовъ и поваренной соли (въ равныхъ по вѣсу количествахъ—до 25 фунт. на большой бурдюкъ). Затѣмъ по шерсти промазываютъ хорошо вскипяченными остатками нефти, носящей на Кавказѣ названіе «купри».

Всѣ разрѣзы на кожѣ завязываются бичевкою. Для этого края разрѣза (фиг. 42) складываются вмѣстѣ и въ нихъ прорѣзываются дыры, діаметромъ 1 дюймъ и въ 2 дюймахъ одна отъ другой. Потомъ эти дыры нанизываются на круглую палку, толщиною 1½ д., заостренную съ одного конца. Такимъ образомъ шкура соберется въ складки, которыя и связываются подъ палкою бичевкою. Одно изъ отверстій въ ногахъ оставляется для надуванія, для чего въ него вставляютъ трубку, къ которой шкура плотно привязывается.

Всѣ проколы или прорѣзы шкуры забиваются деревянными пробками, къ которымъ привязываютъ края шкуры. Полезно всѣ отверстія зашить нитками и нашить на нихъ кожанныя ленты или ремни.

Надуваніе производится ручнымъ мѣхомъ или грудью.

Бурдюки, сдѣланные изъ только что содранной кожи безъ

пропитки ея, хорошо сохраняются въ водѣ въ теченіи недѣли. Отъ жары или отъ долгаго пребыванія въ водѣ бурдюки начинаютъ пропускать воду. Для предохраненія отъ этого совѣтуютъ кожу хорошо просолить и смазывать смѣсью изъ дегтя (2 части по вѣсу) и говяжьяго сала (1 часть). Отъ мороза бурдюки теряютъ эластичность на столько, что нельзя ихъ надувать. Этому противодѣйствуютъ, обливая ихъ горячею водою.

Ледъ и карчи скользятъ по бурдюкамъ и мало портятъ ихъ.

Подъемная сила бурдюковъ зависитъ отъ ихъ размѣровъ и тщательности приготовленія. Приблизительно подъемная сила воловьяго бурдюка можетъ быть принята около 20—25 пуд.

Вязка бурдючныхъ плотовъ дѣлается различно:

1) Связываютъ изъ 3-хъ дюйм. жердей прямоугольную раму въ 2×1 саж. (фиг. 43) и вставляютъ въ нее сквозными шипами поперечные бруски въ 1 арш. одинъ отъ другого. Привязываютъ къ рамнымъ брускамъ за ноги бурдюки, шеями въ средину, настилаютъ сверху помостъ изъ 1 дюймовыхъ (для пѣхоты) или $1\frac{1}{2}$ дюйм. (для артиллеріи) досокъ, и плотъ готовъ. Для образованія же мостовой опоры на раму кладутъ лежень, который и служитъ опорою для переводинъ.

Выворачиваніе бурдюка, надуваніе его и подвязываніе къ рамѣ требуетъ около часа времени.

Плотъ на 4 конскихъ бурдюкахъ поднимаетъ до 18 человѣкъ. Для полевой артиллеріи рама связывается изъ $4\frac{1}{2}$ вершк. бревенъ. На плотѣ изъ 4 бурдюковъ полевыя орудія перевозятся въ разобранномъ видѣ: отдѣльно лафетъ съ колесами и отдѣльно орудіе.

На маневрахъ въ Кіевскомъ Округѣ орудіе, не снимая его съ лафета, успѣшно перевозилось на бурдюкахъ такимъ образомъ: продѣвали через колеса двѣ жерди и опирали ихъ на два воловьихъ бурдюка (фиг. 44), третій бурдюкъ подвязывался подъ хоботъ. Такой плотъ привязывался къ лодкѣ и переправлялся т. обр. на буксирѣ. Для испытанія устойчивости орудія, во время переправы сдѣлали выстрѣлъ, причемъ качка была едва замѣтная. Это приспособленіе было сдѣлано ротою 7 Сап. Бат.

2) Берутъ брусъ въ 6—7 дюймовъ толщиною. Просверливаютъ въ немъ 8 сквозныхъ отверстій: въ 4 отверстія вставляютъ попарно ноги отъ двухъ бурдюковъ (фиг. 45), 2 служатъ для штроповъ, охватывающихъ спины бурдюковъ, а 2 крайнія — для

привязыванія якорныхъ канатовъ. Чтобы послѣдніе не очень оттягивали носовую часть звена, подъ нихъ отъ мѣста до мѣста подводятъ отдѣльные бурдюки въ видѣ поплавковъ.

Пять такихъ звеньевъ связываются вмѣстѣ (фиг. 44) нѣсколькими поперечными брусками, поддерживающими въ то же время и мостовую настилку.

Соединеніе плотовъ между собою дѣлается обыкновеннымъ способомъ. Число якорей зависитъ отъ силы теченія. При слабомъ теченіи довольно 1 якоря на плотъ изъ 5 звеньевъ.

23. *Бочки.* При скорости теченія не болѣе 3 ф. въ случаѣ необходимости плоты могутъ быть составлены и изъ бочекъ. Подъемная сила такихъ плотовъ равна подъемной силѣ бочекъ, составляющихъ плоты.

Для простоты расчета подъемная сила бочки можетъ быть принята равною вѣсу воды, помѣщающейся въ бочкѣ *) или же опредѣливъ внутренній объемъ бочки въ куб. ф., умножить его на $1^{3}/_{4}$, произведеніе выразитъ подъемную силу бочки въ пудахъ.

Объемъ бочки можно принять за цилиндръ, діаметръ основанія котораго равенъ полусуммѣ наибольшаго и наименьшаго діаметровъ поперечнаго сѣченія бочки. Напр., объемъ бочки высотою 4 фута и діаметромъ въ срединѣ $2^{1}/_{2}$ фута, а по концамъ 2 фута $= \frac{22}{7} \times \left(\frac{2^{1}/_{2}+2}{2}\right)^{2} \times \frac{1}{4} \times 4 =$ около 16 куб. ф. или объемъ бочки м. б. принять равнымъ: $0{,}02 \times h \times (c_1 + c_2)^2$, гдѣ h — высота бочки, c_1 и c_2 — длина наибольшей и наименьшей окружностей бочки.

При расчетѣ подъемной силы принимаютъ только половину всей подъемной силы, такъ какъ бочки скоро просачиваются и вообще скоро портятся.

Для устройства плотовъ бочки разсортировываются по величинѣ и плоты вяжутся изъ бочекъ одинаковыхъ размѣровъ.

Отверстія, черезъ которыя въ бочки вливается жидкость, располагаются вверхъ и надъ ними въ настилкѣ прорѣзаютъ дыры, чтобы можно было откачивать накопляющуюся въ бочкахъ воду.

При вязкѣ бочекъ въ плоты особенное вниманіе надо обратить на прочное укрѣпленіе бичевокъ и на предохраненіе послѣднихъ отъ соскальзыванія. Потому лучше плоты вязать на сушѣ: тогда веревки, намокая въ водѣ, укоротятся и прочнѣе будутъ

---

*) 1 ведро = 0,43 куб. фут. Вѣсъ ведра воды около 30 фунт. Такимъ образомъ 40 ведерная бочка обладаетъ подъемною силою около 30 пудовъ.

облегать бочки, хотя съ другой стороны трудно сдвигать такіе плоты съ берега.

Самые плоты изъ бочекъ составляются весьма разнообразно:

1) Соединяютъ нѣсколько бочекъ по 2 въ рядъ и на этотъ рядъ кладутъ между бочками продольный брусъ, къ которому бочки и прикрѣпляются (фиг. 46) веревками. Затѣмъ составляютъ второй такой же рядъ, приставляютъ его плотно къ первому и скрѣпляютъ съ нимъ поперечными брусками. На поперечные бруски кладутъ лежни, служащіе опорою для переводинъ.

2) Большія бочки располагаютъ въ 2 ряда (фиг. 47) днищами плотно одна къ другой. Накладываютъ сверху 3 бруса, къ которымъ и привязываютъ бочки. На эти брусья кладутъ поперечные, а на нихъ—лежни.

3) На (фиг. 48) большія бочки поставлены бокомъ другъ къ другу и привязаны къ поперечнымъ брускамъ, на которые положены лежни.

4) Очень большія бочки располагаются въ 1 рядъ и привязываются къ двумъ брускамъ, служащимъ въ то же время и лежнями для переводинъ (фиг. 49).

5) Приготовляютъ раму изъ 4 продольныхъ и нѣсколькихъ поперечныхъ брусковъ и подводятъ бочки въ крайніе промежутки; средній же остается свободнымъ для протока воды (фиг. 50). Бочки привязываются къ продольнымъ брускамъ.

Съ верховой стороны плоты изъ бочекъ дѣлаются остріемъ, которое можетъ быть образовано или тоже изъ бочекъ, или же изъ досокъ. Кромѣ того, какъ и на всякаго рода плавучихъ устояхъ, должно быть сдѣлано приспособленіе для закрѣпленія якорнаго каната.

Мосты на бочкахъ очень сильно терпятъ отъ пуль и легко могутъ быть затоплены.

ВРЕМЕННЫЕ МОСТЫ.

Верхнее строеніе.

24. Верхнее строеніе временныхъ мостовъ состоитъ изъ настилки и переводинъ или фермъ, поддерживающихъ настилку.

Настилка дѣлается обыкновенно изъ досокъ, пластинъ или жердей, укладываемыхъ вдоль или поперекъ моста. Долевая на-

стилка употребляется весьма рѣдко въ военныхъ мостахъ, т. к. требуетъ для своего устройства укладки особыхъ поперечныхъ брусьевъ. Въ балочныхъ и подкосныхъ мостахъ долевая настилка употребляется только въ томъ случаѣ, когда употребляемыя переводины очень толсты и тяжелы, почему стараются ограничиться возможно меньшимъ числомъ ихъ на пролетѣ. Въ этомъ случаѣ разстояніе между переводинами выходитъ весьма значительное, такъ что настилочныя доски вслѣдствіе малой своей толщины могутъ оказаться не въ состояніи выдерживать давленіе проходящихъ грузовъ. Почему въ этомъ случаѣ для увеличенія числа точекъ опоры для досокъ и уменьшенія разстоянія между этими точками и примѣняются поперечные бруски и долевая настилка.

Если доски длиннѣе ширины моста, онѣ могутъ укладываться въ косомъ направленіи къ оси моста.

Размѣры настилочныхъ досокъ зависятъ отъ давленія на нихъ временной нагрузки моста, обыкновенно отъ наибольшаго давленія колесъ проходящихъ повозокъ.

Повѣрка прочности настилки можетъ быть сдѣлана по формулѣ (1), которая, если пренебречь вѣсомъ части доски между двумя смежными точками ея опоры, приметъ такой видъ:

$\frac{Pl}{4} \leq \frac{Rab^2}{6}$, гдѣ P есть давленіе одного колеса, l—разстояніе между 2 переводинами или поперечинами, b—толщина доски, a—ея ширина, обыкновенно 8—10 дюйм., R—36—40 пуд.

Пользуясь этою формулою, можно опредѣлить или размѣры досокъ, или давленіе, выдерживаемое данною доскою, или разстояніе между переводинами или поперечинами. Если это разстояніе выходитъ весьма малымъ, настилку можно взять двойную или тройную. Въ этомъ случаѣ для опредѣленія l, стоитъ только вторую часть формулы умножить на 2 или на 3, смотря по числу рядовъ настилки. Если ширина моста есть K, то и число переводинъ на одномъ пролетѣ будетъ $= \frac{K}{l} + 1$.

Примѣръ. Доски 8×2 дюйм., ширина моста 12 фут., мостъ для осадной артилл. (слѣд.: $P = \frac{300}{4} = 75$ п.). Опредѣлить число переводинъ и разстояніе между ними?

Рѣшеніе: $\frac{75l}{4} \leq \frac{40 \times 8 \times 4}{6}$, $l = 11$ дюйм., $n = \frac{12 \times 12}{11} + 1 = 14$.

при двойной настилкѣ: $l=22$ дюйм., $n=\frac{12\times12}{22}+1=8$.

При тонкихъ доскахъ настилку приходится дѣлать всегда двойною, иначе число переводинъ выходитъ настолько велико, что на устояхъ, гдѣ встрѣчаются переводины двухъ смежныхъ пролетовъ, можетъ не хватить мѣста для ихъ укладки.

Настилочныя доски прибиваются къ переводинамъ или попер. брускамъ гвоздями, длиною 2—3 раза болѣе толщины досокъ, или же прикрѣпляются къ нимъ помощью пажилинъ n (фиг. 66), т. е. тонкихъ брусковъ, укладываемыхъ по краямъ моста на настилку и скрѣпляемыхъ съ переводинами или гвоздями или штропами.

Перила военн. мостовъ состоятъ или изъ веревки, подвѣшенной къ стойкамъ, или же изъ брусковъ, жердей, багровъ и т. д.

25. Настилка поддерживается или *переводинами или поперечинами* (поперечные бруски). Тѣ и другія могутъ быть сдѣланы изъ брусьевъ, досокъ, рельсовъ и т. д.

Опредѣленіе размѣровъ и повѣрка прочности *переводинъ* дѣлается по форм. (1), т. е. $\frac{Pl}{4}+\frac{pl\times l}{8}\leq RW$, гдѣ P—есть давленіе сосредоточеннаго груза, т. е. давленіе колеса а *pl*—давленіе равномѣрно распредѣл. груза, l—разстояніе (въ дюймахъ) между двумя точками опоры переводинъ.

Такъ какъ на мостовую переводину можетъ давить или колесо повозки или толпа людей, т. е. грузъ равномѣрно распредѣленный, то и опредѣленіе размѣровъ и повѣрка прочности переводинъ должны производиться по тому изъ нихъ, который вызываетъ болѣе сильное напряженіе переводины.

Чтобы не усложнять и не замедлять разсчетъ лучше поступать такимъ образомъ. Опредѣлить наибольшее давленіе колеса повозки и тотъ наибольшій грузъ отъ толпы людей, какой приходится на одну переводину. Если послѣдній болѣе удвоеннаго перваго, тогда (на основаніи § 12) производить разсчетъ по равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ, если менѣе — наоборотъ: по сосредоточенной.

При томъ и другомъ разсчетѣ д. б. принятъ во вниманіе вѣсъ моста, какъ грузъ равномѣрно распредѣленный.

Примѣръ 1. Мостъ для полевой артиллеріи, шириною 12 ф., длина пролета—3 саж. Настилочныя доски шириною 9 дюйм. и толщиною 2 дюйма. Опредѣлить размѣры и число переводинъ.

Рѣшеніе. Примемъ вѣсъ моста въ 20 пуд. 1 кв. с. (приблизительно). Давленіе колеса въ 30 пуд. Для уменьшенія числа переводинъ сдѣлаемъ двойную

настилку. Тогда разстояніе между переводинами будетъ $l = 2 \frac{RW \times 4}{P} =$
$= 2 \frac{40 \times 9 \times 4 \times 4}{6 \times 30} = 64$ дюйм. $= 5^1/_3$ ф.

Число переводинъ: $12 : 5^1/_3 + 1 = 4$; слѣдовательно разстояніе между ними будетъ $\frac{12}{3} = 4$ фут.

Вѣсъ толпы людей на 1 переводину: $3 \times {}^4/_7 \times 70$ пуд. $= 120$ пуд.

Такъ какъ $120 > 30 \times 2$, то разсчетъ долженъ быть сдѣланъ по равномѣрно распредѣленному грузу, причемъ: $pl = 120 + 3 \times {}^4/_7 \times 20 = 156$ п, возьмемъ 160 п. $\frac{160 \times 8 \times 84}{8} \leq RW$, если R — примемъ въ 40 пуд. и предположимъ переводины круглыя, т. е. $W = \frac{d^3}{10}$ то $\frac{160 \times 252}{8} \leq 40 \times \frac{d^3}{10}$, и $d = \sqrt[3]{1260} = 11$ дюйм. (около). Если переводины прямоугольныя, то $W = \frac{ab^2}{6} = \frac{5}{7 \times 6} b^3 = \frac{b^3}{8}$, и $b = \sqrt[3]{1008} = 10$ д. $a = \frac{10 \times 5}{7} = 7$ дюйм.

Такой брусъ м. б. приготовленъ изъ бревна толщиною не менѣе: $\sqrt{10^2 + 7^2}$ $= 12^1/_2$ дюйм., т. е. толще бревенъ, потребныхъ для круглыхъ переводинъ. Поэтому, *для экономіи матеріала переводины не слѣдуетъ отесывать въ брусья.*

Вообще отъ отески сопротивленіе бревна уменьшается болѣе чѣмъ въ $1^1/_2$ раза, что можно видѣть изъ сравненія ихъ моментовъ сопротивленія, т. е. W.

Если возьмемъ переводину въ видѣ бревна, толщиною d, то для нея $W = \frac{d^3}{10}$ если же отесать ее въ брусъ, то для нея $W = \frac{ab^2}{6}$, но такъ какъ $d^2 = a^2 + b^2$, и $W = \frac{5}{7} \times \frac{b^3}{6}$, то $W = \frac{5}{42} b^3$, но $d^2 = \left(\frac{5}{7} b\right)^2 + b^2 = \frac{74}{49} b^2$, и $b = \frac{7}{8,6} d$., то $W = \frac{5}{42} \times \left(\frac{7}{8,6}\right)^3 d^3 = 0,064 d^3$, взявъ отношеніе $\frac{d^3}{10} : 0,064 d^3$, получимъ:

$$0,1 : 0,064 = 1,56.$$

Примѣръ 2. Мостъ для осадной артилл., шириною 14 ф., доски 3×9 дюйм. Имѣются бревна, длиною 4 саж. и толщиною 6 вершк. Опредѣлить наибольшую длину пролета и число переводинъ на немъ?

Рѣшеніе. Давленіе 1 колеса примемъ въ 75 пуд.

Разстояніе между переводинами $l = 40 \times \frac{9 \times 9}{6} \times \frac{4}{75} = 28$ д.

Число переводинъ: $\frac{14 \times 12}{28} + 1 = 7$.

Вѣсъ моста дл. 1 саж., на 1 переводину будетъ, приблизительно:

вѣсъ настилки: $7 \times \frac{28}{12} \times {}^1/_4 = 4$ п.

» переводины: 6

всего 10 пуд.

Слѣдов. вѣсъ 1 пог. дюйма моста, т. е. $p = \frac{10}{84} = 0,12$ п.

Слѣдовательно имѣемъ: $\frac{75 l}{4} + \frac{0,12 l^2}{8} \leq 40 \times \frac{10,5^3}{10} = 4 \times 1157,625 = 4630$

отсюда $l = 211$ д. около $= 17^1/_2$ ф. $= 2^1/_2$ с.

При такомъ пролетѣ давленіе на переводину отъ толпы людей будетъ всего: $2^1/_2 \times \frac{28}{84} \times 70 = 58$ пуд.: а $58 < 2 \times 75$, слѣдов. при такомъ пролетѣ 6-ти вершк. перев. выдержатъ и временной равн. распр. грузъ.

Примѣръ 3. Мостъ шириною $1^1/_4$ саж., длина пролета 3 саж., переводины 7 верш., разстояніе между ними $2^1/_2$ ф., настилка изъ 1 ряда досокъ толщиною $2^1/_2$ д. и шириною 10 д. Опредѣлить наибольшій сосредоточен. грузъ, выдерживаемый этимъ мостомъ?

Рѣшеніе: а) Наибольшій сосредоточенный грузъ, выдерживаемый настилкою будетъ: $\frac{P \times 2^1/_2 \times 12}{4} \leqq 40 \times \frac{10 \times (2^1/_2)^2}{6}$, отсюда $P = 55$ пуд.

б) Наибольшій сосредот. грузъ, выдерживаемый переводиною, будетъ, если примемъ вѣсъ моста на 1 перевод.—въ 35 пуд. $\frac{P \times 3 \times 84}{4} + \frac{35 \times 3 \times 84}{8} \leqq 40 \times \frac{1}{10} \left(7 \times ^7/_4\right)^3$, отсюда $P = 100$ пуд.

Слѣдов. настилка въ данномъ случаѣ составляетъ слабѣйшую часть даннаго моста и допускаетъ проходъ повозокъ не тяжелѣе 55 пуд. на колесо, т. е. вѣсомъ не болѣе 220 пуд.

26. Если имѣющіяся переводины тоньше требуемыхъ расчетомъ и нельзя устроить промежуточныхъ опоръ (съ цѣлью сократить расчетный пролетъ 1), то въ этомъ случаѣ примѣняется одинъ изъ слѣдующихъ способовъ.

1) Набиваютъ на настилку бруски *m* (фиг. 51). Въ этомъ случаѣ давленіе каждаго колеса распредѣлится на 2 переводины и слѣдовательно напряженіе каждой изъ нихъ отъ сосредоточеннаго груза будетъ вдвое менѣе. Способъ этотъ не вполнѣ удобенъ, такъ какъ бруски *m* стѣсняютъ движеніе людей.

2) Очень тонкія переводины при достаточномъ числѣ настилочныхъ досокъ и достаточной ихъ длинѣ могутъ быть замѣнены послѣдними, поставленными на ребро. Полезно для этой цѣли связывать вмѣстѣ по нѣсколько досокъ, отчего такія переводины становятся болѣе жесткими и устойчивыми (фиг. 52).

3) Можно связать вмѣстѣ 2 или 3 переводины (фиг. 53) веревками, хомутами, скобами и пр. Сопротивленіе такой переводины вдвое или втрое (смотря по числу связанныхъ вмѣстѣ) болѣе одиночной. Для большаго сопротивленія лучше, если эти переводины наложены одна на другую, хотя при этомъ онѣ становятся малоустойчивыми и требуютъ поперечной связи между собою.

4) Примѣняютъ составныя балки на шпонкахъ или съ прокладками. *Сопротивленіе ихъ достаточно велико только въ томъ случаѣ, когда онѣ сдѣланы тщательно и изъ лѣса хорошаго каче-*

ства, что не всегда возможно въ военныхъ мостахъ, устраиваемыхъ спѣшно, изъ подручныхъ матеріаловъ и рабочими отъ войскъ.

На основаніи опытовъ, произведенныхъ въ Австріи въ 1890 г. можно заключить, что для составныхъ балокъ предѣлъ прочнаго сопротивленія матеріала балки, т. е. величина R въ форм. (1), (2) и (3), значительно менѣе, чѣмъ для простыхъ, и долженъ быть взятъ:

для двойной балки не болѣе $^2/_3$ простой
» тройной » » $^1/_2$ »
» четверной » » $^1/_3$ »

Балки эти примѣняются обыкновенно при большихъ пролетахъ и потому расчитываются на временной *равномѣрно распредѣленный грузъ*.

Моменты сопротивленія этихъ балокъ, т. е. величина W, слѣдующія (фиг. 54).

для двойной балки: $W = \frac{bh^2}{6}\left(1-\frac{d}{b}\right)\left(1-\frac{h_2^3}{h^3}\right)$

» тройной » $W = \frac{bh^2}{6}\left(1-\frac{d}{b}\right)\left(1-\left(\frac{h+4h_2}{3h}\right)^3+\left(\frac{h-2h_2}{3h}\right)^3\right)$

» четверной » $W = \frac{bh^2}{6}\left(1-\frac{d}{b}\right)\left(1-\left(\frac{h+3h_2}{2h}\right)^3+\left(\frac{h-h_2}{2h}\right)^3-\left(\frac{h_2}{h}\right)^3\right)$

Шпонки слѣдуетъ дѣлать изъ болѣе крѣпкаго лѣса (дубъ). Онѣ располагаются волокнами перпендикулярно волокнамъ балки. Для того, чтобы можно было впослѣдствіи при усыханіи дерева плотнѣе загонять ихъ въ балку, шпонки въ планѣ дѣлаются въ видѣ трапеціи. Прокладки кладутся волокнами параллельно волокнамъ балки. Глубина врубки въ балку шпонокъ и прокладокъ $1-1^1/_2$ дюйм. Болты располагаются между шпонками. (Въ приложеніи 11 приведены всѣ данныя для заготовленія болтовъ). Въ приложеніи 3 указанъ упрощенный способъ расчета этихъ балокъ. Тамъ же, а также и на ф. 55, указаны размѣры шпонокъ и распорокъ, ихъ взаимное удаленіе и другія детали устройства этихъ балокъ 5) Балки съ криволинейными поясами и распорками показаны на фигурѣ 56. Изготовленіе этихъ балокъ довольно затруднительно. На всякій случай приводится слѣдующая формула для опредѣленія величины сосредоточеннаго груза, какой эта (деревянная) балка можетъ выдержать $P = 50000\left(\,^1/_{600} - \frac{3(d-b)b}{l^2}\right)\times$ $\times\left(\frac{4}{3}\frac{a\,b\,(3d^2+b^2)}{l\,(d+b)}\right)$, гдѣ P — грузъ, сосредот. на срединѣ, a—ширина,

b—высота каждаго пояса, d—разстояніе (въ дюйм.) между осями поясовъ. Обыкновенно: $d = \frac{1}{20}$ до $\frac{1}{25}$ пролета.

Напр. при l=252 д., a=7, b=3 д. P=196 пуд.

6) Трубчатыя переводины изъ досокъ (ф. 57) выгоднѣе обыкновенныхъ досчатыхъ. Онѣ составляются изъ 4—5 досокъ, крѣпко связанныхъ. Чтобы вертикальныя доски не выгибались, внутри трубы располагаютъ отъ мѣста до мѣста, распорки р. Расчетъ этихъ балокъ производится по форм. (1) и § 12., 5). Сбереженіе досокъ при этихъ балкахъ довольно значительно. Труба изъ 4 досокъ 2×9 д. при 3 саж. пролетѣ равносильна 5,5 доскамъ, поставленнымъ на ребро. Изъ 6 досокъ труба замѣняетъ уже 12 досокъ. 7) Концы переводинъ поддерживаются подбалками *к* (ф. 66). Подбалки расчитываютъя по § 15. Длина свѣса ихъ дѣлается $^1/_6$—$^1/_8$ пролета. Расчетъ переводинъ можетъ дѣлаться при этомъ по пролету равному разстоянію между наружными концами двухъ подбалокъ, т. е. приниматься въ $^2/_3$—$^3/_4$ дѣйствительнаго. Чаще всего подбалки дѣлаются тѣхъ же размѣровъ, какъ и переводины. Съ послѣдними онѣ скрѣпляются болтами, скобами, хомутами и пр.

8) Наконецъ наилучшій способъ заключается въ подпираніи переводинъ въ одной или нѣсколькихъ точкахъ подкосами, т. е. образованіи промежуточныхъ точекъ опоры ихъ и слѣд. сокращеніи длины пролета въ 2, 3 или болѣе разъ противъ дѣйствительнаго.

27. Если имѣющіяся переводины короче длины пролета, то или примѣняютъ подбалки, на которыя переводины могутъ находить 1 — 1$^1/_2$ ф. или устраиваютъ промежуточныя точки опоры, примѣняя подкосную, стропильную и иныя системы перекрытія пролетовъ.

28. Переводины опираются на устои и промежуточныя опоры въ видѣ вершины подкосовъ и т. п. такимъ образомъ, что заходятъ на нихъ концами 1—1$^1/_2$ ф. длиною. Переводины двухъ смежныхъ пролетовъ встрѣчаются на устоѣ и укладываются на немъ *въ переплетъ* (ф. 58) или *въ сростъ* (ф. 59). Первый способъ болѣе надеженъ.

Передача переводинъ съ устоя на устой производится различно. Важно передать и уложить на пролетѣ первую переводину; по ней уже легко передать и остальныя.

Первая переводина передается или прямо помощью людей, если дно препятствія доступно и неглубоко, или конецъ перево-

дины принимается въ лодку, лодка отталкивается, направляясь къ слѣдующему устою, на который переводина и поднимается помощью веревокъ, багровъ и пр. На фиг. (60) указанъ такой способъ передачи: укладываютъ одну изъ переводинъ подъ угломъ 45° къ оси моста, до половины выдвигаютъ ее на пролетъ и нагружаютъ оставшійся конецъ людьми. Укладываютъ затѣмъ на нее конецъ передаваемой переводины и толкая ее впередъ, постепенно отодвигаютъ ея передній конецъ къ концу положенной наискось переводины и додвигаютъ ее до слѣдующаго пролета. На фиг. 61 указаны передача переводины помощью двухъ жердей или приставной лѣстницы. На фиг. 62 указана передача переводинъ помощью катковъ, передка, козла.

На берегу концы переводинъ своими торцами упираются въ доску, поставленную на ребро и укрѣпленную кольями. Фиг. 63.

29. Поперечные бруски, замѣняющіе переводины или укладываемые на нихъ, какъ упомянуто было выше, расчитываюття по форм.:

$\frac{Pl}{4}+\frac{pl\times l}{8}\leq RW$, гдѣ P давленіе колеса, pl—вѣсъ поперечнаго бруса и приходящейся на него пастилки, l — разстояніе между точками опоры поперечнаго бруска.

Бруски съ фермами или переводинами скрѣпляются или простою прирубкою, или болтами, скобами и т. д. (фиг. 64).

Если разстояніе l между поперечными брусками болѣе длины хода L повозки, то за наибольшій сосредоточенный грузъ надо принимать $P\left(1+\frac{l-L}{l}\right)=\frac{P}{l}(2l-L)$ — см. § 33.

30. Всѣ *способы перекрытія пролетовъ военныхъ мостовъ* можно подраздѣлить на слѣдующія системы: балочную, подкосную, стропильную, рѣшетчатую, подпружную и висячую.

31. *Балочная система* состоитъ изъ непосредственнаго перекрытія пролета мостовыми переводинами. Система эта, самая простая изъ всѣхъ, неудобна тѣмъ, что требуетъ матеріала большихъ размѣровъ или сложнаго устройства переводинъ. Поэтому она примѣняется только при небольшихъ пролетахъ. На большихъ же—она употребляется только въ сочетаніи съ другими системами.

32. Давленіе, испытываемое устоями при балочной системѣ,— вертикальное и направлено сверху внизъ. При нагрузкѣ равномѣрно распредѣленной на прилегающихъ къ устою пролетахъ дав-

леніе на устой будетъ равно *полусуммѣ нагрузокъ на эти пролеты*. Такъ давленіе на устой $Б=\frac{P+P_1}{2}$ (фиг. 65, а).

Если пролетъ нагруженъ сосредоточен. грузомъ Q (фиг. 65, б), то давленіе на $Б$ будетъ $=Q\ \frac{l-c}{l}$, и сдѣлается наибольшимъ, когда грузъ Q станетъ надъ опорою $Б$ и будетъ равно Q (ибо $c=0$).

Если на пролетѣ находятся два груза Q и Q въ разстояніи L одинъ отъ другаго (фиг. 65в), то давленіе на опору $А$ будетъ:

$$Q\frac{bБ}{АБ}+Q\ \frac{dБ}{АБ}=\frac{Q}{АБ}\,(2dБ-L)$$

на опору $Б$ будетъ

$$Q\frac{Ab}{АБ}+Q\ \frac{dA}{АБ}=\frac{Q}{АБ}\,(2Ab-L).$$

Такъ какъ здѣсь Q, L и АБ—величины постоянныя, а измѣняться могутъ только $dБ$ и Ab, смотря по движенію системы грузовъ Q и Q, то наибольшія давленія на опору получатся при соотвѣтственныхъ наибольшихъ значеніяхъ $dБ$ и Ab. Такимъ образомъ наибольшее давленіе на А будетъ, когда $dБ$ станетъ наибольшимъ, т. е. равнымъ $АБ$, давленіе на Б станетъ наибольшимъ, когда Ab станетъ равнымъ Ab, т. е. *давленіе на опору системы двухъ грузовъ тогда становится наибольшимъ, когда одинъ изъ этихъ грузовъ станетъ надъ разсматриваемою опорою.* Этимъ правиломъ и слѣдуетъ руководствоваться для опредѣленія наибольшаго давленія на данную опору. Если прилегающіе пролеты не равны, то наибольшее давленіе на опору отъ системы двухъ сосредоточенныхъ грузовъ получается тогда, когда одинъ грузъ станетъ надъ опорою, а другой будетъ находиться на *болѣе длинномъ* пролетѣ.

Разсматривая вышеприведенныя выраженія давленія грузовъ на опору, видимъ, что разстояніе между ними оказываетъ вліяніе на величину этого давленія въ обратномъ отношеніи (т. к. L — входитъ со знакомъ —), почему наибольшее давленіе на опору получается при одинаковомъ вѣсѣ повозокъ отъ тѣхъ изъ нихъ, у которыхъ длина и ширина хода наименьшая.

33. На устояхъ и опорахъ переводины обыкновенно опираются на брусъ, напр.: на свайную насадку, на козловую перекладину, на помочной брусъ и вообще на брусъ, положенный перпендикулярно къ оси моста и поддержанный въ нѣсколькихъ точ-

кахъ стойками, козловыми ногами, подкосами и т. д. Для опредѣленія размѣровъ этихъ брусьевъ и ихъ опоръ и для расчета ихъ прочности необходимо знать наибольшее приходящееся на нихъ давленіе.

Опредѣлимъ сначала величину этого давленія на одну изъ такихъ опоръ. Возьмемъ мостъ, указанный на фиг. 66. Назовемъ давленіе каждаго колеса черезъ Q, длину хода повозки черезъ L, ширину хода — черезъ c. Пусть вѣсъ моста на единицу площади $= q$, вѣсъ толпы людей на ту же единицу—p. Длина одного пролета l, другого l_1, причемъ $l > l_1$, ширина моста—b, разстояніе между точками опоры перекладины—t.

Опредѣлимъ давленіе на среднюю стойку d опоры CC.

Давленіе вѣса моста на эту стойку будетъ: $q \times t \times \frac{l + l_1}{2} = qA$

— толпы — — — — $p \times t \times \frac{l + l_1}{2} = pA$

— повозки — — — отъ 1 колеса $= Q$

2 — $= Q \frac{t-c}{t}$

3 — $= Q\,(l-L)^1/l$

4 — $= Q \frac{t-c}{t} \times \frac{l-L}{l}$

или отъ всѣхъ 4 колесъ: $\frac{Q}{l.t}\,(2l-L)(2t-c) = QB$ . . (5)

если $QB > pA$ то наибольшее давленіе на $d = qA + QB$

» $QB < pA$ » » » » $= (q + p)\,A$.

Опредѣлимъ теперь размѣры перекладины.

Давленіе на нее между двумя ея точками опоры:

отъ вѣса моста qA

отъ толпы pA

давленіе отъ повозки выразится давленіемъ на нее одного или двухъ сосредоточенныхъ грузовъ (смотря потому, что больше, ширина хода повозки или разстояніе между точками опоры перекладины), наибольшая величина которыхъ будетъ:

$Q\left(1 + \frac{l-L}{l}\right) = Q\,\frac{2l-L}{l}$ каждый.

Размѣры ея опредѣлятся подобно тому, какъ указано было выше въ § 25 для опредѣленія размѣровъ переводинъ.

Так. обр. если $\frac{pA}{2} > Q\,\frac{2l-L}{l}$ то $(q+p)A \times \frac{t}{8} \leq RW$.

» » » $\frac{pA}{2} \leq Q\,\frac{2l-L}{l}$ то $Q\frac{2l-L}{l} \times \frac{t}{4} + Aq \times \frac{t}{8} < RW$.

Зная Q, p, q, t, l, A и R легко опредѣлить W и слѣдовательно и поперечные ея размѣры.

Примѣнимъ эти соображенія къ примѣрамъ, помѣщеннымъ въ § 25.

Примѣръ 1. Мостъ для полевой артиллеріи, устои свайные, о 2-хъ сваяхъ каждый.

Опредѣлить размѣры свайной насадки и величину давленія на каждую сваю.

Рѣшеніе. Давленіе на насадки:

отъ вѣса моста $= 3 \times {}^{12}/_{7} \times 20 = 108$ п.

» » толпѣ $= 3 \times {}^{12}/_{7} \times 70 = 360$ »

Давленіе каждаго изъ 2-хъ сосредоточенныхъ грузовъ: $30\left(1 + \frac{21-8{,}5}{21}\right) =$ $= 48$ пуд.; такъ какъ $\frac{360}{2} > 48$, то $\frac{108 + 360}{8} \times 12 \times 12 \leq 40 \times \frac{d^3}{10}$, отсюда $d = \sqrt[3]{2106} = 13$ дюйм.

Давленіе на каждую изъ свай:

отъ вѣса моста 54

» » толпы 180

» » орудія $\frac{30}{21 \times 12}(42-8{,}5)\,(24-5) = 76$ пуд.

Слѣдовательно, наибольшее давленіе на сваю $= 54 + 180 = 234$ пуд.

Если въ данномъ устоѣ 4 сваи, то на перекладину между двухъ смежныхъ свай давитъ:

вѣсъ моста: $3 \times {}^{4}/_{7} \times 20 = 36$

» толпы: $3 \times {}^{4}/_{7} \times 70 = 120$

Сосредоточенный грузъ по прежнему $= 48$ п.

$\frac{120}{2} > 48$, то $\frac{36+120}{8} \times 4 \times 12 \leq 40 \times \frac{d^3}{10}$, и $d = \sqrt[3]{234} =$ немного болѣе 6 д.

Наибольшее давленіе на каждую изъ свай будетъ:

отъ вѣса моста 36 п.

» » толпы 120 »

» » орудія $\frac{30}{21}(42 - 8{,}5) = 48$ пуд. (здѣсь берется давленіе только 2-хъ колесъ одной стороны лафета, такъ какъ ширина хода 5 ф. болѣе разстоянія между сваями 4 ф. и слѣдовательно колеса другой стороны будутъ уже за слѣдующею сваею и оттого не произведутъ никакого давленія на разсматриваемую). Слѣдовательно, наибольшее давленіе на сваю $= 36 + 120 = 156$ п.

На крайнія сваи давленіе будетъ менѣе, ибо на каждую изъ нихъ давитъ:

вѣсъ моста $3 \times \frac{2}{7} \times 20 = 18$ пуд.

» толпы $3 \times \frac{2}{7} \times 70 = 60$ »

» орудія 48 »

Слѣдов. наиб. $18 + 60 = 78$.

Примѣръ 2. Мостъ для осадной артиллеріи, шириною 14 ф. Имѣющіяся бревна толщиною 6 вершк. Опредѣлимъ: выдержитъ ли перекладина при 2 точкахъ опоры. Длина пролета опредѣлилась въ $2^1/_2$ саж. (см. § 25).

Вѣсъ пролета: $60 \times 2{,}5 = 150$ пуд.
» толпы $25 \times 2 \times 70 = 350$ пуд.

Давленіе каждаго изъ 2-хъ сосредоточ. грузовъ $= \frac{75}{17{,}5}(35-10^1/_3) = 106$ пуд.

$\frac{350}{2} > 106$, слѣдов.: $\frac{150+350}{8} \times 14 \times 12 \leq R\,\frac{10{,}5^3}{10} = R \times 115$

и $R = 91$ — т. е. болѣе допускаемаго.

Слѣдовательно двухъ точекъ опоры для такого размѣра перекладины мало.

Возьмемъ 3 точки опоры. Тогда давленіе на перекладину между двумя смежными точками опоры будетъ:

отъ вѣса моста 75 п.
» » толпы 175 »
» » орудія 106 »

такъ какъ $\frac{175}{2} < 106$, то $106 \times \frac{7 \times 12}{4} + 75 \times \frac{7 \times 12}{8} \leq 115\ R$.

откуда $R = 27$ п., слѣдовательно 3 опоръ достаточно.

Наибольшее давленіе на опору будетъ:

отъ вѣса моста 75
» » толпы 175
» » орудія $\frac{75}{17{,}5 \times 7}(35-10^1/_3)(14-5) = 136$ п.

Слѣдов.: на среднюю опору наибольшее давленіе будетъ: $75 + 175 = 250$ пуд.
» боковыя » » » » $37{,}5 + 136 = 174$ пуд. на каждую.

Примѣръ 3. Пролеты длиною 3 и шириною $1^1/_2$ саж., переводины опираются на брусчатую насадку 8×8 дюйм. попер. сѣчен., насаженную на 3 сваи. Опредѣлить, какую наибольшую нагрузку данная насадка способна выдержать.

Рѣшеніе. Здѣсь разстояніе между точками опоры насадки, т. е.:

$$l = \frac{10{,}5}{2} = 5^1/_4 \text{ ф.} = 63 \text{ дюйм.}$$

$$pl \times \frac{63}{8} \leq 40 \times \frac{8^3}{6}, \text{ отсюда } pl = 436 \text{ пуд.}$$

Такъ какъ вѣсъ одного пролета около 150 пуд., а на насадку между двумя сваями придется 75 пуд., то временная нагрузка можетъ быть:

равномѣрно распредѣленная: $436-75 = 361$ п. на полупролетъ

сосредоточенная $\frac{436-75}{2} = 180$ » » »

Если длину хода повозки примемъ въ $10^1/_3$, то наибольшее давленіе P колеса д. б. не болѣе: $P = \frac{180}{42 - 10^1/_3} \times 21 = 120$ пуд.

*

Если брусъ, поддерживающій переводины, поддерживается стойками, то, опредѣливъ давленіе на точки опоры этого бруса, легко опредѣлить уже размѣры и каждой изъ этихъ стоекъ. Въ самомъ дѣлѣ давленіе этого бруса на стойку стремится сжать послѣднюю, поэтому, зная ея сопротивленіе (см. § 11), легко опредѣлить ея размѣры.

Пусть въ предъидущемъ примѣрѣ 2-мъ высота квадратной стойки = 8 фут.; размѣры ея опредѣлятся или прямо по таблицѣ 1, приложенной въ концѣ книги, или могутъ быть подобраны, пользуясь § 11, 5.

Если стойка имѣетъ въ сторонѣ 4 дюйма, то $h : a = 8 \times 12 : 4 = 24$ и слѣдовательно ея сопротивленіе будетъ $4 \times 4 \times 12 = 192$ пуд. — менѣе требуемаго, взявъ стойку въ 5 д. въ сторонѣ: $\frac{h}{a} = \frac{96}{5} = 19 - 20$, сопр. ея: $5 \times 5 \times 15 = 375$ — болѣе требуемаго.

Если брусъ опирается на нѣсколько парныхъ стоекъ, поставленныхъ съ небольшимъ наклономъ одна къ другой, какъ напримѣръ козловыя ноги, то давленіе на каждую такую стойку или ногу можно принять равнымъ половинѣ давленія на пару стоекъ. Отсюда уже легко опредѣлить ихъ размѣры или повѣрить ихъ прочность.

Напримѣръ, пусть въ примѣрѣ 3 устои состоятъ изъ козелъ, у которыхъ козловыя ноги, сдѣланы тоже изъ 6-вершк. ногъ. Пусть высота козла 12 ф. Если наибольшее давленіе на каждую точку опоры перекладины, т. е. на каждую пару ногъ, примемъ въ 450 пуд., то давленіе на 1 ногу = 225 пуд.

Такъ какъ $h : a = 144 : 10,5 = 14$, то сопротивл. ноги $= \frac{\pi d^2}{4} \times 14 = 1200$ п., т. е. значительно болѣе требуемаго.

34. *Подкосная система* заключается въ томъ, что балки на пролетѣ подпираются въ одной или нѣсколькихъ точкахъ подкосами, которые вершинами или упираются одинъ въ другой, или въ помочной брусъ *a* или въ ригель *b*. Фиг. 67.

Такимъ образомъ для переводинъ пролетъ уменьшается и при расчетѣ можетъ быть принятъ равнымъ разстоянію между устоемъ и вершиною ближайшаго подкоса или между вершинами двухъ подкосовъ, смотря потому, что больше.

Для опредѣленія напряженія или повѣрки прочности подкосовъ прежде всего надо опредѣлить наибольшее давленіе на ихъ вершину, какъ на точку опоры переводинъ. Способъ опредѣленія этого давленія уже былъ указанъ въ § 33. Разложивъ это вертикальное давленіе на двѣ составляющія, идущія вдоль продольныхъ осей подкосовъ, величина каждой изъ нихъ и представитъ собою сжимающее давленіе соотвѣтственнаго подкоса.

Если давленіе на вершину подкосовъ назовемъ черезъ P, а

уголъ наклоненія подкоса къ горизонту черезъ α, то изъ фиг. 67 нетрудно видѣть, что давленіе на подкосъ будетъ $Q = \frac{P}{2\sin\alpha}$. Опредѣливъ Q, нетрудно найти и размѣры поперечнаго сѣченія подкосовъ согласно тому, какъ было сказано въ § 33.

Если есть ригель b, то дѣйствуя такимъ же образомъ, опредѣлимъ давленіе, сжимающее его. Изъ фиг. 67 видно, что при ригелѣ давленіе на подкосъ, т. е. $Q = \frac{P}{\sin\alpha}$, а на ригель, $S = P\cot g\alpha$.

Наименьшее наклоненіе подкоса къ горизонту есть уголъ около 22° [1]). При болѣе пологихъ подкосахъ, давленіе на нихъ дѣлается весьма значительнымъ и система становится маложесткою.

При употребленіи ригеля длина его дѣлается немного болѣе $^1/_3$ пролета, черезъ что увеличивается и уголъ наклоненія подкоса къ горизонту.

Нижнимъ концомъ подкосы упираются въ устои и передаютъ послѣднимъ испытываемое ими давленіе (фиг. 67). Это давленіе на устой вертикальною своею составляющею давитъ устой къ низу, а горизонтальною стремится опрокинуть устой внаружу пролета или, какъ говорятъ, производитъ горизонтальный *распоръ*. Такое давленіе на устой составляетъ особенность подкосной системы и должно быть отнесено къ ея невыгодѣ, такъ какъ требуетъ отъ устоя большей прочности и устойчивости, чѣмъ другія системы, производящія только вертикальное давленіе на устои.

Величина горизонтальнаго распора и вертикальнаго давленія на устой легко опредѣляется по способу, указанному выше для опредѣленія давленія на подкосы.

Чтобы избѣжать измѣренія угловъ и опредѣленія значенія тригонометрическихъ величинъ или пользованія таблицами, можно опредѣлить давленіе на подкосы, ригеля и устои графически. Для этого (ф. 67), проведя черезъ вершину подкосовъ вертикальную линію и отложивъ на ней отъ точки b внизъ bd величину давленія на вершину подкосовъ, взятаго въ произвольномъ масштабѣ, строятъ параллелограмъ силъ $bcdk$ и, смѣривъ линіи bc по тому же масштабу, что и для bd, получаютъ прямо величину давленія на подкосъ; bk—выразитъ величину давленія на ригель.

Если въ устой упираются подкосы двухъ смежныхъ пролетовъ, то при одинаковомъ давленіи на вершины подкосовъ, одинаковомъ наклоненіи ихъ къ горизонту и при встрѣчѣ ихъ на оси устоя гориз. распоры взаимно уничтожаются и устой ниже

[1]) $tg.\ 22^\circ = 0{,}4$, $\sin 22^\circ = 0{,}37$.

врубки въ него подкосовъ испытываетъ только вертикальное давленіе, равное: 1) при подкосной системѣ безъ ригеля: давленію на его вершину, сложенному съ давленіемъ на вершину подкосовъ *одного* пролета; 2) при подкосной системѣ съ ригелемъ; давленію на его вершину, сложенную съ давленіемъ на вершины *тѣхъ подкосовъ, которые въ него врублены.*

Изъ этого видно, что горизонтальное давленіе въ подкосныхъ мостахъ существуетъ почти всегда и слѣдовательно *на прочное устройство устоевъ для этой системы должно быть обращено вниманіе.*

Кромѣ того, *подкосы принимаютъ на себя давленіе моста только тогда, если упоръ ихъ въ устой достаточно проченъ и неподвиженъ.* Въ противномъ случаѣ подкосы, подавшись подъ давленіемъ на ихъ вершины, перестанутъ поддерживать переводины и препятствовать ихъ опусканію.

Если обратить вниманіе на напряженіе частей подкоснаго моста съ ригелемъ, то можно замѣтить слѣдующее. Если временной грузъ только начинаетъ надвигаться на пролетъ и не дошелъ еще до вершины подкоса, то давленіе на этотъ подкосъ и прилегающій къ нему конецъ ригеля увеличилось, а на другой конецъ ригеля и на другой подкосъ осталось прежнее. Отъ этого ригель, подвергаясь двумъ неравнымъ, хотя и взаимно противуположнымъ давленіямъ получаетъ стремленіе двигаться въ сторону движенія груза и это стремленіе въ немъ остается до тѣхъ поръ, пока давленія на оба конца ригеля неуравновѣсятся.

Отъ всѣхъ этихъ причинъ мосты подкосной системы современемъ расшатываются и узлы соединенія подкосовъ съ ригелями и съ устоями раскрываются. Особенно это замѣчается въ мостахъ съ ригелями. Поэтому этой послѣдней системы слѣдуетъ избѣгать въ мостахъ, по которымъ проходятъ большіе грузы и съ большою скоростью, какъ напр. въ желѣзнодорожныхъ мостахъ.

Кромѣ этого при одинаковыхъ пролетахъ подвижные сосредоточенные грузы производятъ большее давленіе на опоры въ мостахъ подкосной системы съ ригелями, чѣмъ въ мостахъ той же системы безъ ригелей, почему опоры первой системы должны имѣть большую прочность, чѣмъ для послѣдней. Въ желѣзнодор. мостахъ такая разница въ давленіи на опоры обѣихъ системъ доходитъ почти до 20%.

35. Если устои моста стойчатые или свайные, то число под-

косыхъ фермъ должно быть не болѣе числа стоекъ или свай въ одномъ рядѣ устоя. Почему, если число переводинъ болѣе числа свай, то для поддержанія всѣхъ ихъ подводятся поперечные *помочные брусья а*, въ которые и упираются подкосы своею вершиною. При ригеляхъ помочные брусья располагаются надъ ними, вершины же подкосовъ врубаются въ ригеля, или же ригеля врубаются въ помочные брусья, образуя съ ними раму, при чемъ подкосы врубаются въ первые (фиг. 69).

Расчетъ помочныхъ брусьевъ дѣлается совершенно также, какъ указано было выше въ § 33 для расчета насадокъ и перекладинъ. При помочныхъ брусьяхъ переводины могутъ быть только такой длины, чтобы только перекрыть пролетъ между помочнымъ брусомъ и устоемъ или между двумя помочными брусьями. Такимъ образомъ при нихъ является возможность устраивать мосты изъ болѣе короткаго и болѣе тонкаго лѣса. Крупный лѣсъ потребуется лишь для помочныхъ брусьевъ и для подкосовъ, число которыхъ за то весьма невелико. *Это свойство особенно цѣнно для военныхъ мостовъ.*

36. При большихъ пролетахъ переводины подпираются въ большемъ числѣ точекъ. Для этого подводятся двѣ или три подбалки одна надъ другой (ф. 70), концы которыхъ поддерживаются подкосами.

37. Если длина подкосовъ значительна, то отъ сжимающихъ ихъ усилій они могутъ выгибаться въ стороны. Для устраненія этого употребляются *обратные подкосы к* (фиг. 67 и 71), охватывающіе прямые подкосы. Верхніе концы обратныхъ подкосовъ закрѣпляются къ мостовымъ переводинамъ или къ устою.

38. На фф. 72—74 указаны детали врубокъ подкосовъ, ригелей и помочныхъ брусьевъ. Дѣлая эти врубки, надо обратить вниманіе на то, чтобы подкосы не могли выйти въ стороны.

Въ виду расшатыванія этихъ врубокъ отъ перемѣщенія временныхъ грузовъ, полезно усиливать ихъ металлическими скрѣпленіями въ видѣ болтовъ, накладокъ и пр.

На фиг. 75 указаны разнаго рода чугунныя подушки, употребляемые для того, чтобы избѣжать врубки деревянныхъ частей одна въ другую и тѣмъ лучше предохранить ихъ отъ загниванія.

Подкосные мосты сбираются съ подмостей.

Для примѣра въ приложеніи 4 помѣщенъ полный разсчетъ моста подкосной системы съ ригелемъ.

39. *Стропильная или подвѣсная система.* Простѣйшій типъ ея указанъ на фиг. 76. Давленіе моста, передаваемое бабкѣ, стремится вытянуть послѣднюю. Это усиліе, растягивающее бабку, разлагаясь по направленію стропильныхъ ногъ *ab* и *ab*, сжимаетъ послѣднія. Послѣднее усиліе, передаваясь затяжкѣ *aa*, производитъ на нее давленіе: вертикальное, нажимающее затяжку на опоры, и горизонтальное, вытягивающее затяжку.

При двухъ бабкахъ (фиг. 77) верхніе концы ихъ соединяются съ *ригелемъ bb*, который подъ вліяніемъ давленія бабки подвергается сжатію.

Напряженіе составныхъ частей стропильныхъ фермъ зависитъ нетолько отъ способа ихъ устройства и величины нагрузки, но и отъ способа передачи на ферму давленія мостоваго полотна. Мостовое полотно можетъ опираться на фермы двояко: 1) или мостовая настилка опирается на поперечины, опирающіяся въ свою очередь на затяжки *aa* фермъ (фиг. 77 а); 2) или настилка лежитъ на продольныхъ переводинахъ, опирающихся однимъ концомъ на устой моста, а другимъ на *поперечный помочный брусъ* (фиг. 77 б), подвѣшенный къ бабкамъ фермъ или уложенный на затяжки подъ самыми бабками. Обыкновенно въ послѣднемъ случаѣ помочный брусъ дѣлается двойнымъ (фиг. 78).

Въ обоихъ этихъ случаяхъ напряженія бабки, ригеля и ногъ остаются однѣ и тѣ же (бабки вытягиваются, ригеля и ноги сжимаются), напряженія же затяжки различны: въ 1-мъ случаѣ, кромѣ продольнаго вытягиванія, вызываемаго врубкою въ нее ногъ, затяжка подвергается еще и изгибу, происходящему отъ давленія на нее поперечинъ, передающихъ ей давленіе мостоваго полотна и находящихся на немъ грузовъ; во 2-мъ случаѣ она подвергается только вытягиванію отъ давленія ногъ и слѣдовательно размѣры ея поперечнаго сѣченія могутъ быть значительно менѣе, чѣмъ въ 1-мъ случаѣ.

Возьмемъ стропильныя фермы обоихъ типовъ, для моста одинаковаго пролета и ширины и для одной и той же равномѣрно распредѣленной нагрузки Q на весь мостъ (фиг. 77). Такъ какъ мостъ поддерживается двумя фермами, то давленіе на каждую будетъ $\frac{Q}{2}$, слѣдовательно на каждую часть *ad*, *dd* и *da* (если онѣ равны между собою) придется по $\frac{Q}{2 \times 3}$. Часть этого давленія пере-

дается прямо на устои: по $\frac{Q}{2\times3\times2}$ на каждый, другая—на бабки *)—по $\frac{Q}{2\times3\times2}\times2 = T$. Если уголъ наклоненія стропильныхъ ногъ къ горизонту назовемъ черезъ α, то легко видѣть, что усиліе, сжимающее ноги, $S = \frac{T}{\sin\alpha} = \frac{Q}{6}\times\frac{1}{\sin\alpha}$, усиліе M, сжимающее ригель $= T\cot g\alpha = \frac{Q}{6}\cot g\alpha$, усиліе N — нажимающее затяжку на устой $= S\times\sin\alpha = T$. Усиліе K — вытягивающее затяжку $= S\cos\alpha = T\cot g\alpha$, т. е. равно усилію, сжимающему ригель. Всѣ эти напряженія легко опредѣлить и графически, пользуясь указаніями § 34.

Изъ только что выведенныхъ выраженій легко видѣть, что всѣ эти напряженія уменьшаются съ увеличеніемъ угла наклоненія стропильныхъ ногъ къ горизонту. Слѣдовательно, *чѣмъ ноги поставлены круче, тѣмъ напряженіе всѣхъ частей фермы меньше, а слѣдовательно тѣмъ меньше могутъ быть и ихъ поперечные размѣры.* Съ другой стороны при круто поставленныхъ стропильныхъ ногахъ и при одномъ и томъ же пролетѣ, фермы становятся выше и слѣдовательно болѣе неустойчивыми и подверженными большему давленію боковаго вѣтра. Полное давленіе каждой изъ двухъ фермъ на одинъ устой по предыдущему $= \frac{Q}{2\times3\times2} + N = \frac{Q}{12} + T = \frac{Q}{4}$, на оба — $\frac{Q}{2}$, т. е. равно полной нагрузкѣ фермы. Опредѣлимъ теперь напряженіе, изгибающее затяжку въ 1-мъ типѣ. Давленіе на всю затяжку, передаваемое ей поперечными брусьями равно $\frac{Q}{2}$, а на часть ея между двумя точками ея опоры $= \frac{Q}{2\times3}$. Такъ какъ это давленіе м. б. принято для простоты *равномѣрно распредѣленнымъ*, то изгибающее усиліе $=$ $= \frac{Q}{6}\times\frac{a}{8}$.

Такимъ образомъ въ 1-мъ типѣ затяжка вытягивается съ усиліемъ $\frac{Q}{6}\cot g\alpha$ и кромѣ того изгибается усиліемъ $= \frac{Q}{6}\times\frac{a}{8}$; во 2 типѣ она только втягивается тѣмъ же усиліемъ $\frac{Q}{6}\times\cot g\alpha$.

Для опредѣленія поперечныхъ размѣровъ сжимаемыхъ частей слѣдуетъ руководствоваться § 33 и 11, 5. Для опредѣленія попе-

---

*) Затяжки подвѣшены къ бабкамъ хомутами, слѣдовательно бабки можно разсматривать, какъ точки опоры затяжки и слѣдовательно величину давленія на нихъ опредѣлять согласно § 33.

речныхъ размѣровъ вытягиваемыхъ частей стоитъ только раздѣлить усиліе, ихъ вытягивающее, на предѣлѣ прочнаго сопротивленія вытягиванію (§ 11, 1), чтобы получить площадь поперечнаго ихъ сѣченія *въ самой слабой ихъ части*, т. е. тамъ гдѣ въ этихъ частяхъ сдѣланы наибольшія вырубки для ихъ взаимнаго соединенія или сроста.

Для опредѣленія размѣровъ затяжки въ 1-мъ типѣ стропильныхъ фермъ одновременно вытягиваемой и изгибаемой можно поступить такимъ образомъ. Если примемъ, что прочное сопротивленіе вытягиванію равно прочному сопротивленію вытягиванію и сжатію при изгибѣ и что оно равно R пуд. на 1 кв. д., площадь поперечнаго сѣченія затяжки назовемъ *A*, моментъ ея сопротивленія—W (см. § 12), если напряженіе вызываемое въ затяжкѣ только отъ ея вытягиванія назовемъ черезъ R_1 пуд. на 1 кв. д. ея поперечнаго сѣченія, напряженіе ея только отъ изгиба—черезъ R_2 пуд. на 1 кв. д., то на основаніи предыдущаго легко видѣть, что: $\frac{Q}{6}\cot g\alpha < AR_1$, или $\frac{Q}{6}\cot g\alpha \times \frac{1}{A} \leq R_1$; $\frac{Q}{6} \times \frac{a}{8} \leq R_2 W$ или $\frac{Q}{6} \times \frac{a}{8} \times \frac{1}{W} \leq R_2$ и такъ какъ $R_1 + R_2$ должны быть не болѣе *R*, то $\frac{Q}{6}\cot g\alpha \times \frac{1}{A} + \frac{Q}{6} \times \frac{a}{8} \times \frac{1}{W} \leq R$. Такъ какъ W зависитъ отъ A, то полученное выраженіе заключаетъ вообще одно только неизвѣстное, которое уже можно и опредѣлить.

Такъ какъ это уравненіе 3-й степени и слѣдовательно рѣшеніе его не вполнѣ общедоступно, то въ примѣрѣ разсчета стропильныхъ мостовъ, помѣщенномъ въ приложеніи 5, указанъ другой болѣе удобный (хотя и не вполнѣ точный) способъ опредѣленія поперечныхъ размѣровъ изгибаемой стропильной затяжки. Размѣры помочнаго бруса опредѣляются по § 33.

40. Изъ указаннаго на фф. 79—83 детальнаго устройства стропильныхъ фермъ видно, что затяжка опирается на устои и на хомуты, подвѣшанные къ бабкамъ. Если затяжка по длинѣ сращеная изъ нѣсколькихъ брусьевъ, то сросты эти должны располагаться подъ *бабками*, дѣлаться *прямымъ замкомъ* или на шпонкахъ и усиливаться подкладками, скрѣпляемыми съ затяжкою болтами.

Соединенія эти, какъ и въ подкосныхъ мостахъ, должны быть такъ сдѣланы, чтобы части фермы не могли выскочить въ сторону. Для лучшаго соединенія онѣ скрѣпляются болтами и металлическими накладками или хомутами.

На фиг. 84 показано укрѣпленіе нижняго конца стропильныхъ ногъ не въ затяжкѣ, а прямо въ устоѣ, почему послѣдняя въ этомъ случаѣ не будетъ подвергаться вытягиванію отъ давленія ноги; устой же будетъ испытывать горизонтальный распоръ, величина котораго очевидно равна горизонтальной составляющей усилія, сжимающаго ногу. Для удобства соединенія между собою слѣдуетъ стараться дѣлать всѣ составныя части стропильныхъ фермъ изъ лѣса одинаковой толщины. Для большей жесткости системы, между бабками каждой фермы, вставляются кресты *nn* (фиг. 77).

41. Выше было уже сказано, что высокія фермы подвергаются большому боковому давленію вѣтра. Кромѣ того толчки, происходящіе отъ движенія по мосту грузовъ, особенно при большой скорости движенія, тоже могутъ произвести боковой изгибъ фермы. Для предупрежденія этого стропильныя фермы одного пролета соединяются между собою поперечными связями, располагаемыми обыкновенно надъ бабками на такой высотѣ, чтобы не стѣснять движенія по мосту (для обыкновенныхъ мостовъ на 10—12 фут. надъ мостомъ) и состоящими изъ брусьевъ или желѣзныхъ тягъ, расположенныхъ поперекъ моста и по діагоналямъ. Съ наружной стороны для той же цѣли бабки подпираются подкосами или оттягиваются вантами *b* (фиг.. 85).

42. Сборка и установка стропильныхъ мостовъ производится или съ подмостей, или мостъ собирается на берегу и затѣмъ надвигается на пролетъ помощью катковъ, воротовъ и канатовъ. Для этой цѣли фермы моста прочно скрѣпляются между собою временными поперечными связами, канатами и пр.

43. Стропильная система выгоднѣе подкосной тѣмъ, что не производитъ горизонтальнаго распора на устои и что полотно моста лишь незначительно можетъ быть поднято надъ водою. Зато она требуетъ болѣе длиннаго и толстаго лѣса. Послѣднее нѣсколько ограничиваетъ ихъ употребленіе, какъ военныхъ мостовъ. Большой толщины лѣсъ требуется въ меньшемъ количествѣ для стропильныхъ мостовъ 2-го типа (т. е. съ поперечными помочными брусьями), чѣмъ 1-го. Поэтому для военныхъ мостовъ 2-й типъ болѣе примѣнимъ.

Въ приложеніи 5 показанъ способъ разсчета стропильныхъ мостовъ.

44. *Подпружная или обратно стропильная система.* Типъ

ея указанъ на фиг. 86. Напряженія ея обратны напряженіямъ стропильной фермы, т. е. тѣ части, которыя въ послѣдней сжимаются, въ подпружной вытягиваются и наоборотъ. Величина же напряженій соотвѣтственно та же, что и въ стропильныхъ мостахъ, поэтому и разсчетъ ея производится такъ же, какъ и стропильной фермы, замѣняя только растяженіе сжатіемъ и сжатіе растяженіемъ.

Наиболѣе частное примѣненіе эта система находитъ при усиленіи изгибаемыхъ частей существующихъ мостовъ, напримѣръ переводинъ, насадокъ, помочныхъ брусьевъ и пр., если работы должны быть произведены безъ перерыва движенія по мосту. Особенно эта система удобна въ томъ случаѣ, если вытягиваемыя ея части можно сдѣлать изъ имѣющихся желѣзныхъ полосъ, тягъ и проч.

45. *Рѣшетчатыя системы* образуются изъ фермъ, состоящихъ изъ двухъ прямо=(фиг. 87) или криволинейныхъ поясовъ (фиг. 88), пространство между которыми заполнено рѣшеткою изъ раскосовъ, представляющею систему прямоугольныхъ (фиг. 87, в, г) или косоугольныхъ треугольниковъ (фиг. 87, а. б).

Часть фермы, соотвѣтствующая проекціи двухъ раскосовъ связанныхъ на одной и той же подушкѣ, называется *большою панелью*, а промежутокъ между двумя смежными подушками—*малою панелью.* Напримѣръ, на фиг. 87, б, ас —большая панель, ab, bc и т. д.—малыя панели.

Смотря по числу малыхъ панелей въ одной большой, система называется 2-хъ-раскосной, 3-хъ, 4-хъ-раскосной и т. д.

Если ферма перекрываетъ только одинъ пролетъ, она называется разрѣзною. Фермы, перекрывающія два и болѣе пролетовъ, называются неразрѣзными. Первыя встрѣчаются гораздо чаще послѣднихъ, поэтому ограничимся только разсмотрѣніемъ ихъ устройства.

Каждый пролетъ моста перекрывается двумя или большимъ числомъ фермъ. Фермы одного пролета соединяются между собою поперечинами изъ брусьевъ, балокъ или фермъ. Поперечины эти служатъ основаніемъ для мостоваго полотна. Мосты бываютъ съ ѣздою по верху—когда полотно лежитъ на поперечинахъ, связывающихъ верхніе пояса, съ ѣздою по низу—если полотно лежитъ на нижнихъ поперечинахъ, съ ѣздою по срединѣ—если поперечины, поддерживающія мостовое полотно, прикрѣплены къ фер-

мамъ между поясами. Для военныхъ мостовъ удобнѣе фермы съ ѣздою по верху: онѣ менѣе замѣтны издали и въ нихъ легче и проще устраиваются поперечныя связи для предупрежденія выгибанія фермъ въ стороны. Впрочемъ, мѣстная обстановка (высокій уровень воды, малая глубина оврага) не всегда позволяютъ примѣнять мосты этого рода.

Если поперечины, поддерживающія мостовое полотно, прикрѣпляются къ фермамъ въ узловыхъ точкахъ, т. е. точкахъ a, b, c и т. д.—встрѣчи двухъ раскосовъ, то пояса фермъ подвергаются только продольнымъ напряженіямъ: верхній — сжатію, нижній — растяженію. Если же поперечины прикрѣплены къ фермамъ не въ узловыхъ точкахъ, то поясъ, на который эти поперечины опираются, кромѣ соотвѣтственнаго продольнаго напряженія подвергается еще и изгибу. Поэтому такого скрѣпленія поперечинъ слѣдуетъ избѣгать (см. § 17).

Наибольшее напряженіе поясовъ получается при полной нагрузкѣ всей фермы. При этомъ въ срединѣ фермы напряженіе достигаетъ наибольшей величины и постепенно убываетъ по направленію къ опорамъ.

Въ раскосахъ наибольшее продольное напряженіе получается въ томъ случаѣ, когда вся часть фермы между даннымъ раскосомъ и наиболѣе удаленною отъ него опорою нагружена полною нагрузкою, а другая часть между даннымъ раскосомъ и ближайшею къ нему опорою разгружена. Напримѣръ, на фиг. 87, б, раскосъ *bc'* при ѣздѣ по низу получаетъ наибольшее напряженіе, когда нагружена только часть bg, при ѣздѣ поверху — когда нагружена только часть c′ g′. У опоръ подкосы наиболѣе напряжены, въ срединѣ фермы—наименѣе.

При равномѣрной нагрузкѣ всей фермы подкосы, наклоненные вершинами къ срединѣ фермы—сжимаются, наклоненные вершинами къ опорамъ — вытягиваются. При подвижной нагрузкѣ раскосы средней части фермы подвергаются то растяженію, то сжатію. Точки, между которыми лежатъ всѣ раскосы, подверженные такимъ обмѣннымъ напряженіямъ, называются *точками раздѣла грузовъ*. Удаленіе этихъ точекъ отъ ближайшихъ опоръ опредѣляется формулою $(-p + \sqrt{p + p^2})l$, гдѣ p — есть отношеніе величины постоянной нагрузки, т. е. вѣса моста, къ временной нагрузкѣ фермы, l—длина пролета.

Высота рѣшетчатыхъ фермъ дѣлается отъ $^1/_{12}$—$^1/_7$ длины

пролета. Наклоненія раскосовъ къ горизонту обыкновенно дѣлаются подъ угломъ 45°.

46. Изъ деревянныхъ фермъ чаще всего примѣняются фермы системы Гау—съ сжатыми наклонными раскосами и съ вертикальными болтами, служащими растягиваемыми раскосами (фиг. 87, в) и системы Тауна, въ которыхъ обѣ системы раскосовъ поставлены наклонно (фиг. 87, а, б). Ферма Гау удобнѣе Тауна, такъ какъ послѣднюю, разъ она погнется, трудно выправить. Притомъ деревянные нагеля, скрѣпляющіе раскосы съ поясами, могутъ загнивать, выскакивать и пр.

Въ деревянныхъ фермахъ пояса дѣлаются изъ досокъ или изъ брусьевъ. Иногда нижній поясъ дѣлается изъ желѣзныхъ полосъ. Брусчатые пояса неудобны тѣмъ, что трудно сдѣлать ихъ сросты надлежащей прочности и нельзя быть вполнѣ увѣреннымъ въ силѣ ихъ сопротивленія, такъ какъ внутри брусьевъ могутъ быть сучки, раковины и т. п. Поэтому брусья употребляются преимущественно только для сжимаемыхъ, т. е. верхнихъ поясовъ. Въ досчатыхъ поясахъ сросты досокъ можно разогнать такъ, что въ каждой панели будетъ не болѣе одного сроста, а слѣдовательно сѣченіе будетъ ослабляться лишь незначительно.

Сжатые раскосы дѣлаются двойными, а между ними проходятъ одиночные растягиваемые, соединяемые съ первыми въ точкахъ ихъ пересѣченія болтами. Между точками раздѣла грузовъ растягиваемые раскосы дѣлаются двойными и проходятъ въ плоскостяхъ сжимаемыхъ, врубаясь въ нихъ въ полдерева.

Болты дѣлаются изъ круглаго желѣза, въ мѣстѣ нарѣзки утолщаются такъ, чтобы толщина ядра нарѣзки равнялась толщинѣ болта. Гайки для удобства подтягиванія ихъ дѣлаются на верхнемъ поясѣ. Чугунныя подкладки подъ шляпки болтовъ и гайки берутся около 2 д. толщины и діаметромъ 1,3 діаметра болта. Дубовыя подкладки подъ чугунныя подушки имѣютъ 6—8 д. ширины, 4—6 толщины и длиною, равною ширинѣ пояса.

Оконечность фермы обыкновенно состоитъ изъ двухъ рядовъ стоекъ, взаимно раскошенныхъ.

На фиг. 89 — 95 показаны главнѣйшія детали устройства фермъ Гау.

Фиг. 90, а — досчатый поясъ изъ 6 досокъ, сросты по 1 въ панели, сросты двухъ смежныхъ—черезъ панель. Здѣсь работаютъ

3 доски, другія же 3 служатъ ихъ накладками. Шпонками служатъ подушки *д* и *е* (фиг. 92).

Фиг. 90, б — сросты 3 досокъ черезъ одну въ одной плоскости. Сросты 3 другихъ—на половинѣ длины первыхъ.

Фиг. 90, в — percocтъ досокъ накладками и вертикальными шпонками. Фиг. 91 — поясъ изъ брусьевъ, сращенныхъ помощью чугунныхъ досокъ съ шипами. На фиг. 92 подушка *д* — дубовая; въ нее упираются раскосы *в*, *в*. Подушка врублена въ поясъ на $1-1^1/_2$ дюйма. Черезъ нее же проходятъ вертикальные болты *с*.

Фиг. 93 — прикрѣпленіе поперечной балки q къ поясамъ Фиг. 94 — горизонтальныя связи между фермами въ плоскостяхъ поясовъ. Фиг. 95 — вертикальныя связи изъ поперечинъ и раскосовъ, упирающихся частью въ пояса, частью въ поперечины. Клинья k (фиг. 93) для вывѣрки раскосовъ вертикальныхъ связей. При ѣздѣ по низу вертикальныя связи замѣняются подкосами съ наружной стороны фермъ.

Въ желѣзнодорожныхъ мостахъ при разстояніи между осями (обыкновенно не менѣе $^2/_3$ высоты фермъ) фермъ не болѣе 8 ф. рельсы укладываются прямо на поперечины. Въ противномъ случаѣ на поперечины накладываются продольныя балочки, служащія для поддержанія пути. Показанныя на фиг. 89 раскосы *в*, *в* между опорою и точками раздѣла грузовъ введены въ ферму для приданія ей большей жесткости.

Сборка мостовъ производится съ подмостей. При сборкѣ фермамъ даютъ небольшой подъемъ къ срединѣ (въ $^1/_{300}$ пролета). Всѣ части фермъ должны быть тщательно пригнаны одна къ другой. Пояса до скрѣпленія ихъ болтами стягиваются сжимами. Чтобы при сверленіи дыръ сверла не уклонялись въ стороны полезно употребить станки, направляющіе сверла.

Вѣсъ такой системы желѣзнодорожныхъ мостовъ, пролетомъ около 15 саж., составляетъ около 20—25 пуд. на 1 пог. ф. длины моста.

Чтобы дать понятіе о размѣрахъ составныхъ частей, количествѣ потребнаго матерьяла и рабочихъ для устройства мостовъ системы Гау приводится:

ТАБЛИЦА

размѣровъ связей фермъ Гау въ мостахъ, существовавшихъ на Николаевской желѣзной дорогѣ.

	Пролеты въ футахъ.		
	142	105	55
Длина панели въ фут.	5	5	5
Число фермъ	3	3	3

	Пролеты въ футахъ.		
	142	105	55
Разстояніе между ихъ осями	11	11	11
Высота фермъ	19	14	12
Сѣченіе верхняго пояса въ дюйм.	10 × 28	12 × 27	12 × 24 1/2
» раскосовъ	8 × 8	7 1/2 × 8 1/2	7 × 8 1/2
» поперечинъ	8 × 14	7 × 12	7 × 12
Разстояніе между поперечинъ въ фут.	3	2	2
Діам. болтовъ вертик. въ дюйм.	1 3/4 – 2 1/2		1 1/2 — 1 3/4
» » стягивающ. пояса		3/4 до 1	
» » короткихъ		3/4	

ТАБЛИЦА

количества матерьяла и рабочихъ, потребныхъ для устройствъ военн. ж. д. мостовъ Гау.

Пролетъ	высота фермъ въ сажен.	Вѣсъ моста пуд.	Число болтовъ въ 5 ф. длины.	Вѣсъ болтовъ пуд.	Объемъ необход. дерева въ куб. ф.	Мастеровъ.	Плотник.	Рабочихъ.
11,17	1,2	2000	200	100	1765	5	100	50
14,5		2820	248	122	2500	7	142	71
14,5	1,9	2350	372	183	2080	6	118	59
23		6770	588	290	6000	17	342	171

Подробное описаніе устройства сборки и установки рѣшетчатыхъ мостовъ можно найти въ ст. Журавскаго: «О мостахъ раскосной системы Гау», въ соч. «Мосты» Николаи и мн. другихъ.

47. *Висячія системы.* Мосты этой системы (фиг. 96 — 100), состоятъ изъ рамъ или релей, расположенныхъ на одномъ или обоихъ берегахъ. Къ верху этихъ релей, прикрѣпляются *продольные* канаты, къ которымъ помощью веревокъ или *ординатъ* подвѣшиваются бруски, поддерживающіе мостовое полотно. Изъ этого видно, что продольные канаты, натягиваясь подъ давленіе ординатъ стремятся опрокинуть рели, а съ ними и опоры, внутрь пролета, т. е. производятъ на опору горизонтальное давленіе, обратное тому, какое проявляется въ мостахъ подкосной системы.

Въ военн. мостахъ продольные канаты чаще всего не закрѣпляютъ къ верху рели, а перекидываются черезъ помѣщенный тамъ блокъ и укрѣпляются на устоѣ. Для избѣжанія горизонтальнаго давленію на релю надо, чтобы углы, составляемые этими двумя концами каната съ вертикальною линіею были между собою равны. При

неравенствѣ угловъ α и β (ф. 96), реля будетъ стремиться опрокинуться въ сторону большаго угла.

48. При постройкѣ висячихъ мостовъ необходимо опредѣлить:

1) *Величину напряженія продольнаго каната и ординатъ.*

Напряженіе продольнаго каната опредѣляется по формулѣ: $T = \frac{Q}{2}\sqrt{4+\left(\frac{l}{f}\right)^2}$, гдѣ T—есть искомое напряженіе въ пудахъ, l—горизонтальная проекція продольнаго каната между высшей и низшей точкой его привѣса (ф. 96), f—вертикальная проекція той же длины или т. наз. стрѣла провѣса каната, Q—грузъ равном. распредѣл. приходящійся на l. Эта формула указываетъ, что напряженіе каната, а слѣд. и его толщина зависитъ отъ величины нагрузки моста и отъ отношенія его длины къ величинѣ провѣса. Чѣмъ *нагрузка менье и канатъ поднимается круче, т. е. чъмъ больше f—стрѣла провѣса или* что тоже самое, *высота рели, тѣмъ напряженіе каната менье* и наоборотъ. Слѣдов. всегда надо стараться давать релямъ наибольшую высоту. Самое сопротивленіе канатовъ вытягиванію м. б. принято слѣдующее: если c—есть окружность каната въ дюймахъ, то

Сопротивленіе пеньковыхъ несмоленыхъ канатовъ мягкихъ $= \frac{10c^2}{3}$ п.

»	»	»	»	твердыхъ $= 5c^2$ »
»	»	смоленыхъ	»	$^2/_3$—$^3/_4$ сопрот. несм.
»	»	мокрыхъ	»	$^1/_3$—$^1/_2$ » сухихъ
»	проволочн. канатовъ въ 5 разъ болѣе несмол. пеньк.			
»	»	»	въ которыхъ проволоки идутъ,	
»	не переплетаясь, а параллельно оси каната болѣе сопротивленія плетеныхъ.			
»	желѣз. цѣпей при ∂—діам. желѣза (въ дюйм.) звеньевъ			
»	»	»	съ распорками $= 372\ \partial^2$ пуд.	
»	»	»	безъ распорокъ $= 248\ \partial^2$ »	

Вѣсъ пог. саж. канатовъ приблизительно равенъ $0{,}00625c^2$ п., смоленые на $15^0/_0$ тяжелѣе. Вѣсъ 1 пог. саж. цѣпи $1{,}6-1{,}9\partial^2$.

Для канатовъ проволочныхъ изъ литой стали (gussstahl)—австрійскій Wiener Baurathgeber даетъ слѣдующія данныя:

Діам. въ мил.	7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	23	25	27
Вѣсъ въ килогр. 1 пог. м.	0,15	0,22	0,26	0,30	0,40	0,45	0,50	0,70	0,80	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	1,80	2,30
Грузъ въ тон. прочно выдерж. кан.	0,3	0,45	0,53	0,61	0,81	0,95	1,11	1,45	1,68	1,83	2,13	2,26	2,63	3,08	3,51	4,88

Пользуясь этими данными можно опредѣлить и толщину ординатъ подверженныхъ вытягиванію отъ давленія на нихъ поперечныхъ брусковъ, поддерживающихъ мостовое полотно.

Діаметръ блоковъ: для пеньковыхъ канат. — 6 — 8 діам. каната.
» » » цѣпей » 20—24 діаметра желѣза звеньевъ.
» » » проволочн. » 30—40 діам. каната.

Высота рели обыкновенно не менѣе $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ длины пролета. Во всякомъ случаѣ верхняя перекладина рели, для удобства движенія, должна быть не менѣе 12—14 ф. надъ полотномъ моста.

Продольные канаты и ординаты обыкновенно дѣлаются двойными и въ этомъ случаѣ обвиваются бичевками.

Продольные канаты натягиваются помощью талей.

Величина сжатія стоекъ рели равна равнодѣйствующей натянутостей продольнаго каната и оттяжки.

Ординаты привязываются къ продольнымъ канатамъ петлею (ф. 99). Горизонтальное разстояніе между ординатами обыкновенно отъ 5—7 ф.

2) *Длину ординатъ*, опредѣляемую такимъ образомъ: Въ срединѣ пролета высота одной или двухъ ординатъ, смотря по тому сколько всѣхъ ординатъ: нечетное или четное число, равна нулю. Если высоту слѣдующей за нулемъ ординатою или 1-й ординаты назовемъ черезъ h, то высота 2-й ординаты $= h + 2h$, 3-й — $h + 2h + 3h$, и т. д. (ф. 100 а).

Такимъ образомъ высоты ординатъ будутъ равны:

№ ординаты:	1	2	3	4	(n—m)	n-1	n (т.-е. последней, или-рели).
	h	h	h	h	... h ...	h	h
		2h	2h	2h	... 2h ...	2h	2h
			3h	3h	... 3h ...	3h	3h
				4h	... 4h ...	4h	4h
						(n—1)h	(n—1)h nh
Полная высота кажд. ординаты.	h	3h	6h	10h	[1 + 2..(n—m)] h	[1 + 2....(n—i)] h	[1 + 2 + .. (n—i) + + n] h = $\frac{n+1}{2}$ nh = = высотѣ рели H.

зная высоту рели, и число ординатъ, легко опредѣлимъ h изъ равенства $\frac{n+1}{2}$ nh = H.

Если x есть горизонтальное разстояніе данной ординаты до низшей точки продольнаго каната, то высота ея y м. б. опредѣлена изъ такого выраженія: $y = \frac{fx^2}{l^2}$, гдѣ f и l—тѣже что и прежде

3) *Разстояніе между точками привѣса ординатъ на продольномъ канатѣ*, м. б. опредѣлено графически такимъ образомъ, (ф. 100 б). Въ точкѣ A прямой AB, равной горизонтальному разстоянію между ординатами возстановляютъ перпендикуляръ и на немъ, начиная отъ A откладываютъ величину h столько разъ, сколько ординатъ въ полу-пролетѣ, не считая нулевой. Точки дѣленій соединяютъ съ точкою B. Проведенныя линіи и будутъ изображать искомыя разстоянія между ординатами на продольномъ канатѣ: *BC* будетъ равно разстоянію между релью и ближайшею къ ней ординатою, BД разстояніе между 1-ю и нулевою, AB—между нулевыми, если ихъ болѣе одной.

Канаты, особенно новые, отъ дѣйствія тяжести, вытягиваются. Поэтому для приведенія ординатъ къ должной соразмѣрности, разстоянія между точками ихъ привѣса на продольномъ канатѣ уменьшается. Для этого отъ *A* откладываютъ по AB—$^1/_9$ AB, а отъ C—cC = $^1/_6$ BC, точки *a* и *c* соединяютъ между собою и тогда разстоянія между точками привѣса ординатъ выразятся отрѣзками между линіею *ac* и точкою B.

Для того, чтобы отъ вытягиванія продольнаго каната и орди-

натъ средина моста не опустилась ниже уровня береговыхъ устоевъ, мостовому полотну даютъ небольшой подъемъ къ срединѣ пролета, около 0,03—0,04 послѣдняго. Для этой цѣли ординаты д. б. соотвѣтственно укорочены Размѣръ укороченія ординатъ легко можетъ быть опредѣленъ по чертежу продольнаго разрѣза моста, нанеся на него въ масштабѣ разстояніе между ординатами, ихъ высоту, направленіе продольнаго каната и линію мостоваго полотна съ приданнымъ ему подъемомъ къ срединѣ пролета. Ординаты, удлиннившіеся послѣ установки моста, можно укоротить, скручивая ихъ помощью закрутней и т. п.

49. Висячій мостъ обыкновенно сбирается на берегу и затѣмъ перетягивается черезъ пролетъ. Для этого раскладываютъ поперечные бруски такъ, какъ они будутъ лежать въ мостѣ. Вдоль ихъ концовъ укладываютъ продольные канаты, къ нимъ привязываютъ бруски, соотвѣтствующіе нулевымъ ординатамъ. Обозначаютъ на продольныхъ канатахъ мѣста закрѣпленія ординатъ, привязываютъ послѣднія, а къ нимъ поперечные брусья. Затѣмъ помощью воротовъ и канатовъ перетягиваютъ всю систему до противуположнаго берега, навѣшиваютъ продольные канаты на рели (реля того берега, гдѣ собирается мостъ, устанавливается послѣ перетягиванія моста), натягиваютъ продольные канаты настолько, чтобы мостъ образовалъ выпуклость и закрѣпляютъ ихъ къ устою (ф. 97).

Для уменьшенія боковой качки натягиваютъ подъ мостомъ продольные и діагональные канаты.

На ф. 97 вмѣсто релей употреблены козла.

Кромѣ такой системы канатами можно пользоваться непосредственно, какъ переводинами, перетягивая ихъ съ одного берега на другой и перекрывая ихъ сверху досками. Опредѣливъ пробною нагрузкою (равною предполагаемой) стрѣлу провѣса каната, легко опредѣлить размѣры или число канатовъ для даннаго пролета и нагрузки, пользуясь формулою, указанною въ § 48, 1.

50. Висячіе мосты неудобны по многимъ причинамъ. Главная изъ нихъ—большая качка во время прохода грузовъ, особенно при быстромъ ихъ движеніи. Поэтому движеніе войскъ по такимъ мостамъ должно производиться шагомъ, не въ ногу, а соблюденіемъ возможно большихъ дистанцій между двигающимися.

МОСТОВЫЕ УСТОИ.

51. Береговые устои. Наиболѣе простою опорою моста на берегу служитъ такъ называемый *береговой лежень*, на который опираются концы мостовыхъ переводинъ. Береговой лежень не позволяетъ переводинамъ углубляться въ грунтъ независимо одна отъ другой и въ то же время служитъ для распредѣленія давленія переводинъ на большую площадь грунта. Для послѣдней цѣли поверхность соприкасанія берегового лежня съ грунтомъ должна быть настолько велика, чтобы давленіе моста, передаваемое черезъ береговой лежень, на единицу площади грунта не превосходило сопротивленія послѣдняго сжатію. Для обыкновеннаго растительнаго грунта давленіе моста на 1 кв. д. грунта не должно превышать 0,1—0,25 пуда для песчано-глинистаго—0,8 пуд., для твердаго глинистаго 1,5 пуд. Если напр. давленіе моста на берегъ (опредѣляемое согласно § 33) составляетъ 500 пуд., то площадь соприкасанія берегового лежня съ грунтомъ при обыкновенномъ растительномъ грунтѣ должна быть не менѣе 500×=4200 кв. д.=14 кв. ф., если длина берегового лежня, равная ширинѣ моста есть 12 ф., то ширина берегового лежня должна быть не менѣе $1^1/_6$ ф.=14 дюйм.=8 вершк. Дѣлая лежень изъ бревна, отесаннаго на верхній и нижній кантъ, шириной до $^2/_3$ его толщины придется взять двойной береговой лежень изъ 6 вершк. бревенъ.

Береговой лежень дѣлается изъ досокъ, брусьевъ или бревенъ. Лежень изъ бревенъ удобнѣе, такъ какъ не такъ скоро загниваетъ. Въ этомъ случаѣ бревно отесывается снизу до такой ширины, чтобы образовалась досчаточная площадь для плотнаго соприкасанія его съ грунтомъ. Сверху боковой лежень тоже стесывается, но лишь настолько, чтобы давленіе на него переводины не превосходило предѣла прочнаго сопротивленія дерева смятію поперекъ волоконъ, т. е. 8 пуд. на 1 кв. д. (§ 11). Если напр. переводины 6 вершк., а ширина стески ихъ концовъ составляетъ около 2 вершк.=$3^1/_2$ дюйм. и наибольшее давленіе конца переводины на береговой лежень, опредѣляемое по § 33, составляетъ 120 пуд., то наименьшая плоскость соприкасанія лежня съ переводиною должна быть не менѣе $120\times{}^1/_8$=15 кв. дюйм. Такъ какъ ширина стески переводинъ принята въ $3^1/_2$ д., то ширина стески береговаго лежня должна быть не менѣе 15 : $3^1/_2$=$4^1/_2$ дюйм.=$2^1/_2$—3 вершк. Бе-

реговой лежень берется длиною немного болѣе ширины моста, укладывается на берегу перпендикулярно оси моста и закрѣпляется къ грунту кольями (фиг. 62). Береговой лежень углубляется въ грунтъ настолько, чтобы верхняя поверхность мостовой настилки пришлась на одномъ уровнѣ съ полотномъ дороги. Для предохраненія отъ разрушенія берегового откоса береговой лежень отодвигается отъ гребня перваго на 1—2 ф.

При слабыхъ грунтахъ для передачи давленія на возможно большую площадь грунта употребляются двойные лежни, или подъ лежень подкладываются подкладки, или же береговой лежень основывается на стульяхъ, врытыхъ въ землю до глубины болѣе плотнаго грунта или же — на сваяхъ, вбитыхъ ручною или копровою бабою. Въ двухъ послѣднихъ случаяхъ опредѣленіе размѣровъ берегового лежня должно дѣлаться по правиламъ опредѣленія размѣровъ изгибаемаго бруса (см. §§ 12, 13, 25, 33). Относительно опредѣленія размѣровъ и числа свай, см. ниже § 61. Размѣры же и число стульевъ должны опредѣляться такимъ образомъ, чтобы давленіе ихъ на грунтъ не превышало сопротивленія послѣдняго сжатію.

Концы переводинъ, лежащіе на береговомъ лежнѣ, продолжаются за послѣдній на длину около 1 ф. и торцами упираются въ доску, поставленную на ребро и закрѣпленную кольями.

52. При достаточномъ времени и средствахъ береговые устои могутъ быть сдѣланы изъ камня или на ряжахъ. Видъ такихъ устоевъ показанъ на фиг. 101—102.

Устой, показанный на фиг. 101, болѣе экономиченъ, но неудобенъ при глинистыхъ и пучистыхъ грунтахъ, которые, измѣняясь въ объемѣ отъ дѣйствія мороза и воды, производятъ сильный распоръ на стѣнки устоя и въ каменныхъ устояхъ могутъ даже отдѣлить переднюю стѣнку отъ крыльевъ. При такихъ грунтахъ внутренность между крыльями устоя должна засыпаться пескомъ или же самый устой дѣлаться въ видѣ прямоугольника.

53. *Размѣры каменныхъ и ряжевыхъ устоевъ.* Ширина устоя равна или нѣсколько болѣе ширины моста. Длина устоя равна заложенію берегового откоса и дорожной насыпи + полсажени. Толщина передней стѣнки въ верху $1/2$ саж., къ низу же утолщается на столько, чтобы въ любомъ горизонтальномъ сѣченіи она была не менѣе половины превышенія верхняго гребня устоя надъ разсматриваемымъ сѣченіемъ. Передней стѣнкѣ каменныхъ устоевъ

дается уклонъ въ $^1/_{10}$. Сзади стѣнка дѣлается уступами. Толщина крыльевъ дѣлается: въ мѣстахъ сопряженія ихъ съ переднею стѣнкою—ровною толщинѣ послѣдней, въ хвостѣ 0,3—0,4 саж. Верхняя часть устоя дѣлается, какъ показано на ф. 101. Балки кладутся на мауерлатъ *a* и немного нарубаются на него. При желѣзнодорожныхъ мостахъ на металлическихъ балкахъ подъ концы балокъ подкладываются дубовыя подушки, лежащія на особыхъ подферменныхъ камняхъ изъ твердыхъ породъ камней фиг. 101. При большихъ пролетахъ концы металлическихъ балокъ лежатъ на каткахъ (фиг. 101а). Если дорога подходитъ къ мосту по насыпи, то сопряженіе устоевъ съ откосами насыпи дѣлается такъ назыв. *конусами* (фиг. 101), причемъ для уменьшенія длины устоя заложеніе откоса насыпи въ плоскости устоя дѣлается равнымъ высотѣ. Такимъ образомъ при насыпяхъ съ откосами, болѣе пологими, чѣмъ ординарный, основаніе конуса будетъ не $^1/_4$ круга, а $^1/_4$ эллипса. Для предупрежденія обвала конуса должны быть одѣты камнемъ по крайней мѣрѣ до высоты наивысшаго ординара водъ.

54. Спуски. Для въѣзда на мостъ съ берега, поверхность котораго выше мостового полотна, устраиваются пологіе спуски. Уклонъ спуска долженъ быть меньше того, при которомъ повозки могутъ скатываться отъ дѣйствія лишь собственнаго вѣса. Поэтому уклонъ спуска долженъ быть не болѣе: при спускѣ, непокрытомъ одеждами—0.1, при каменной булыжной мостовой—0,04, при шоссе—0,03.

Ширина спуска дѣлается равною ширинѣ моста или нѣсколько болѣе.

Направленіе спуска, наиболѣе удобное для движенія,—по направленію продолженной оси моста. Если по мѣстнымъ обстоятельствамъ этого сдѣлать нельзя, спускъ располагаютъ въ косомъ, даже перпендикулярномъ къ оси моста направленіи или выводятъ его зигзагами.

Во всякомъ случаѣ для избѣжанія сильныхъ ударовъ о мостъ, въѣзжающихъ на него повозокъ между подошвою спуска и береговымъ лежнемъ, должна быть оставлена горизонтальная площадка длиною около 3 саж. и во всякомъ случаѣ не менѣе наибольшей длины хода повозки.

55. Предохраненіе берега отъ размыва. Для предупрежденія разрушенія береговыхъ откосовъ около моста отъ дѣй-

ствія теченія волнъ и отъ сплзыванія и выпучиванія грунта принимаются слѣдующія мѣры: 1) на поверхности берега вырываются канавы параллельно береговому откосу для задержанія и отвода поверхностной воды, направляющейся къ гребню берегового откоса. Канавы дѣлаются возможно глубже съ надлежащими уклонами (см. часть II, обыкнов. дороги) и направляются къ ближайшимъ оврагамъ или балкамъ. 2) Для отвода воды, притекающей къ откосамъ изъ нижнихъ слоевъ грунта, на откосѣ отъ мѣста до мѣста устраиваютъ лотки, идущіе по кратчайшему направленію отъ гребня къ подошвѣ откоса, одѣтые камнемъ или деревомъ, или, въ крайности дерномъ. На поверхности откоса между лотками вырывается рядъ ровиковъ параллельно гребню откоса и съ уклономъ къ лоткамъ (фиг. 103). Если встрѣчаются слои пловучаго грунта, полезно вывести съ откоса, перпендикулярно къ нему, рядъ минныхъ рукавовъ и заполнить ихъ камнемъ или хворостомъ. Рукава эти будутъ служить коллекторами для сбора подземной воды. На поверхности откоса рукава эти оканчиваются желобами. 3) Откосы покрываются разнаго рода одеждами: а) булыжнымъ камнемъ на 6 дюйм. слоѣ песку. Камни укладываются плашмя (логомъ) и длинною стороною перпендикулярно гребню откоса (фиг. 104). Пустоты между камнями заполняются щебнемъ или мхомъ; б) плетнемъ (фиг. 105) располагаемымъ въ нѣсколько рядовъ, параллельно подошвѣ откоса; в) фашинами, параллельно подошвѣ откоса и закрѣпляемыми къ грунту кольями (фиг. 106); г) фашинами, укладываемыми перпендикулярно гребню откоса. Существуетъ два вида этой одежды: *американскій*, при которомъ одежда начинается сверху, фашины берутъ однокомельныя, 7—8 ф. длины, 9—12 д. діаметромъ, о 2—3 перевязкахъ. Для одежды вырывается параллельно гребню треугольный ровикъ, $1^1/_2$—2 ф. глубиною, въ который укладываются фашины, перпендикулярно къ гребню откоса и метлою вверхъ. На фашины накладывается фашинный канатъ, черезъ который забиваются въ грунтъ $2^1/_2$—3 ф. колья. Затѣмъ фашины засыпаются землею, плотно утрамбовываемою. Затѣмъ откапываются ниже перваго второй ровикъ на такомъ разстояніи, чтобы вѣера уложенныхъ въ него фашинъ прикрыли фашинные канаты верхняго ряда (фиг. 107).

При *голландскомъ способѣ* работа начинается снизу, гдѣ отрывается горизонтальная площадка, на которую укладывается рядъ однокомельныхъ фашинъ, метлою внаружу. Накладываютъ сверху два фашинные каната, прикрѣпляемые къ грунту кольями. Между

канатами насыпается земля и плотно утрамбовывается. Передъ переднимъ канатомъ тоже дѣлается присыпка. Слѣдующій рядъ фашинъ укладывается на фашинные канаты нижняго ряда такъ, чтобы вѣера его закрывали земляную присыпку на нижнемъ и т. д. (фиг. 108). Этотъ способъ прочнѣе предыдущаго, зато и требуетъ большаго количества матеріала.

Для прочности всѣхъ выше перечисленныхъ одеждъ откосы должны быть не круче двойныхъ.

д) На откосѣ разводятъ древесныя насажденія (фиг. 109), изъ ивы, на крутыхъ—изъ акаціи. Для этого 3—3$^1/_2$ ф. длины черенки втыкаютъ въ грунтъ на 1—1$^1/_2$ ф. и въ 2—2$^1/_2$ ф. одинъ отъ другаго. Когда черенки примутся, то подрѣзывая ихъ сверху заставляютъ ихъ разростаться въ ширину; е) откосъ поддерживается деревянною набережною изъ свай, промежутки между которыми забраны пластинами. Для удержанія въ вертикальномъ положеніи сваи эти схватками связываются съ другимъ рядомъ свай (анкерныхъ), вбитымъ въ 1—1$^1/_2$ саж. позади перваго ряда. Пространство за пластинною забиркою заполняется землею, сухимъ мусоромъ и т. д. (фиг. 110).

Такая пластинная заборка должна поддерживаться сваями, спеціально для нея забитыми. Сваи, составляющія собственно береговой устой моста, лучше не назначать для поддержанія земляного откоса берега.

Всѣ описанныя одежды назначаются для предохраненія откоса отъ дѣйствія проточной воды или волнъ, почему онѣ могутъ устраиваться только на той полосѣ откоса, которая приходитъ въ соприкосновеніе съ водою, т. е. между наиболѣе низкимъ и наиболѣе высокимъ ординаромъ водъ.

4) Ниже горизонта воды поверхности откоса предохраняется отъ подмыва наброскою изъ камня, мѣшковъ или кулей, не плотно набитыхъ землею или пескомъ, или же нагруженіемъ *фашинныхъ тюфяковъ* (фиг. 111—112).

Вязка фашинныхъ тюфяковъ производится обыкновенно на берегу, на слегахъ. Сначала кладутъ рядъ фашинныхъ канатовъ, параллельно одинъ другому и въ $^1/_2$ сажени разстоянія одинъ отъ другого. Фашинные канаты дѣлаются толщиною въ 0,1 саж. съ перевязками черезъ каждыя 0,1—0,15 саж. На этотъ рядъ кладется другой, перпендикулярно первому. Въ мѣстахъ ихъ пересѣченія канаты крѣпко перевязываются бичевкою, концы которой выпуска-

ются наружу. На полученную такимъ образомъ сѣтку укладываютъ нѣсколько сплошныхъ, взаимноперпендикулярныхъ рядовъ обыкновенныхъ фашинъ. Поверхъ ихъ опять фашинная сѣтка, стягиваемая бичевками съ нижней. Толщина фашинныхъ тюфяковъ дѣлается около полсажени. Затѣмъ тюфякъ спускается на воду и отводится къ мѣсту погрузки, для которой накладываются на тюфякъ камни. При погруженіи тюфяка надо наблюдать, чтобы они закрывали самый откосъ. Нагрузка тюфяка должна быть настолько велика, чтобы онъ плотно прилегалъ къ грунту. До загрузки тюфякъ удерживается на мѣстѣ канатами, привязанными однимъ концомъ къ тюфяку, а другимъ къ кольямъ на берегу.

56. Промежуточные устои моста. Козла: *обыкновенные* козла по простотѣ и легкости ихъ устройства могутъ служить опорами какъ полевыхъ, такъ и временныхъ мостовъ. Обыкновенный козелъ состоитъ изъ перекладины и двухъ, трехъ и даже четырехъ паръ ногъ, которыя для приданія козлу большей устойчивости имѣютъ нѣсколько наклонное положеніе (фиг. 113). Уклонъ ногамъ въ направленіи перекладины дѣлается $^1/_6$—$^1/_{10}$, перпендикулярно къ перекладинѣ—въ $^1/_4$.

Ноги врубаются въ перекладину въ разстояніи около 1 ф. отъ ея концовъ и такимъ образомъ, чтобы по загонкѣ ихъ на мѣсто онѣ не отдѣлялись отъ перекладины, если бы даже и не были прибиты къ ней гвоздями или скобами. Кромѣ того онѣ должны доставлять перекладинѣ нѣкоторый упоръ. Ноги врубаются въ перекладину сковороднемъ (фиг. 114). Если ноги очень тонки, то выдѣлка заплечика сильно ослабитъ сковородень, почему его въ этомъ случаѣ не дѣлаютъ, а взамѣнъ ея схватываютъ каждую пару ногъ схваткою подъ самою козловою перекладиною (фиг. 116) или же врубаютъ ноги, какъ показано на фиг. 115.

Каждая пара ногъ въ нижней своей трети схватывается схваткою, врубленною въ нихъ полусковороднемъ. Всѣ ноги козла кромѣ того связываются между собою діагональными схватками или подстрѣлинами (т. е. схватками, прикрѣпленными однимъ концомъ къ ногѣ, а другимъ къ перекладинѣ). Для предупрежденія углубленія ногъ въ грунтъ и для распредѣленія давленія козла на возможно большую площадь грунта подъ ноги козла подбиваются доски или бревна. На фиг. 113—116 показано детальное устройство козла.

При грунтѣ слабомъ устраивается козелъ о щитѣ, показанный

на фиг. 117. Въ этомъ случаѣ давленіе козла распредѣляются на всю поверхность соприкасанія щита съ грунтомъ.

При каменистомъ грунтѣ, въ который ноги козла вовсе не углубляются, ноги козла обшиваются досками и въ образованный ящикъ накладываютъ камни, которые своею тяжестью будутъ препятствовать сдвигу козла теченіемъ. Или же камни кладутся на доски, положенныя на нижнія поперечныя схватки (фиг. 118).

Поперечные размѣры козловой перекладины и ногъ опредѣляются по правиламъ, указаннымъ въ § 33.

57. *Установка козелъ.* Простѣйшій способъ установки козелъ заключается въ установкѣ его на мѣсто непосредственно помощью людей. Этотъ способъ возможенъ только при небольшой глубинѣ воды и при неособенно низкой температурѣ воздуха.

Другой способъ заключается въ томъ, что съ берега или съ послѣднеустановленнаго козла укладываютъ слёги, упирая нижніе ихъ концы около того мѣста, гдѣ долженъ встать установленный козелъ. По этимъ слёгамъ козелъ спускается на мѣсто и, когда ноги его дойдутъ до дна, отталкиваютъ перекладину баграми и задерживаютъ нижніе концы ногъ веревками, такъ какъ иначе онѣ могутъ отойти слишкомъ далеко (фиг. 119).

Если есть лодка, то, подведя ее къ поставленному уже козлу, кладутъ въ нее концы двухъ переводинъ, по которымъ и спускаютъ козелъ въ лодку такъ, чтобы перекладина его лежала на переводинахъ, а концы ногъ выступали за наружный край лодки. Оттолкнувшись съ помощью переводинъ, опускаютъ козелъ въ воду съ той стороны, куда торчали его ноги, и, установивъ его на мѣсто, накладываютъ на него переводины (фиг. 120).

Можно установить козелъ помощью катковъ и двухъ такъ называемыхъ пріемныхъ брусьевъ, длина которыхъ должна быть вдвое болѣе длины переводинъ и такой толщины, чтобы могли выдержать на концѣ грузъ козла. Эти брусья укладываются на готовой уже части моста, выдвигая фута на 3 ихъ концы за послѣдній устой, (фиг. 120, а). На выдвинутые концы навѣшиваютъ козелъ и помощью катковъ продвигаютъ пріемные брусья такъ, чтобы козелъ пришелся надъ мѣстомъ его установки. Затѣмъ козелъ опускаютъ на мѣсто и передаютъ переводины.

Можно также установить козелъ помощью небольшаго плота, способнаго выдержать вѣсъ козла и 3—4 человѣкъ. На плоту ставятъ 2 пары стоекъ (фиг. 120, б) съ просверленными въ нихъ

сквозными дырами, черезъ которыя проходятъ болты, служащіе опорою для концовъ переводинъ, лежащихъ другимъ концомъ на готовой уже части моста. На переводины навѣшивается своею перекладиною козелъ. Когда козелъ придется надъ мѣстомъ установки, вынимаютъ болты изъ стоекъ, отчего переводины опускаются, а съ ними опускается и козелъ, и такимъ образомъ можетъ быть окончательно установленъ на мѣсто.

Четыре плотника могутъ срубить козелъ въ $1^1/_2$—2 часа времени. Въ 1877 году на одной изъ артиллерійскихъ позицій на Дунаѣ въ теченіи 3 часовъ былъ установленъ козловой мостъ длиною 25 саж. на 9 козлахъ, высотою около 8 футъ. Работало 20 рабочихъ отъ пѣхоты.

Козловые мосты хороши только при небольшой высотѣ устоевъ въ 6—8 футъ. При большой высотѣ козла выходятъ тяжелыми и неудобными въ обращеніи.

58. 2) *Бельгійскій козелъ Тьерри* состоитъ изъ двухъ треногъ и перекладины (фиг. 121). Каждая тренога—изъ двухъ $11^1/_2$ ф. ногъ, поперечнаго размѣра $4^1/_2 \times 5$ дюйм. и изъ подпоры длиною $14^1/_2$ ф. Ноги съ подпорою соединяются болтомъ съ чекою, для пропуска котораго въ ногахъ и подпорѣ имѣются по 4 дыры (въ 10 д. одна отъ другой). Чтобы можно было соединить однимъ болтомъ ноги съ подпорою, въ верхней части первыхъ сдѣланы надрѣзы. Плоскость ногъ наклонена къ основанію треноги подъ угломъ 85°. Внизу ноги соединяются между собою распоркою, а съ подпорою желѣзными крюками. Подвижная подушка, сквозь которую проходятъ ноги козла, представляетъ продолговатую (до 6 ф.) 4-хъугольную раму, въ средину которой вставленъ поперечный брусокъ съ выпуклою верхнею поверхностью. Этотъ брусокъ служитъ опорою для перекладины. Эта подушка можетъ свободно двигаться вдоль ногъ и устанавливаться на произвольной высотѣ каждой изъ нихъ, помощью желѣзныхъ засововъ въ видѣ топора, вкладываемыхъ въ дыры, имѣющіяся въ средней части ногъ. Благодаря этой подушкѣ, можно дать горизонтальное положеніе перекладинѣ при всякомъ положеніи треноги. Перекладина (14 ф., $10 \times 7^1/_2$ д.) свободно кладется на подушки. Она снабжена 5 желѣзными костыльками, къ которымъ привязываются веревками переводины двухъ смежныхъ пролетовъ.

На сборку козла потребно 10 чел.: 2 къ перекладинѣ и по 4 къ каждой треногѣ.

59. На сушѣ козла Тьерри сбираются и устанавливаются прямо на мѣстѣ. На водѣ же установка производится двумя способами: 1) *съ помощью лодки* (ф. 122—123). Лодку приводятъ къ берегу или пристани и на нее кладутъ два поперечныхъ бруса x, x, въ разстояніи крайнихъ костыльковъ перекладины одинъ отъ другаго. Къ этимъ брусьямъ привязываютъ три продольныхъ бруса w, v и z. Между двумя брусьями, болѣе удаленными отъ пристани, кладутъ 3 доски. Къ этимъ-же брусьямъ привязываютъ два длинныхъ бруса g, g такъ, чтобы промежутокъ между ними былъ равенъ длинѣ настилочной доски. Задніе, т. е. береговые, концы этихъ брусьевъ связываютъ брусками y. Затѣмъ на пріемные брусья надѣваютъ хомуты, отодвигаютъ ихъ отъ задняго поперечнаго бруска на длину пролета и удерживаютъ ихъ на своихъ мѣстахъ деревянными клиньями съ привязанными къ нимъ веревками. Послѣ этого укладываютъ перекладину на лапы p хомутовъ, а на нее передніе концы переводинъ, задніе-же концы послѣднихъ подпускаютъ подъ задній брусокъ. Затѣмъ на переводины и пріемные брусья укладываютъ собранныя треноги лицевыми плоскостями внизъ, а подпорою вверхъ. Потомъ, поднявъ пріемные брусья за кольца у заднихъ ихъ концовъ, отодвигаютъ лодку, пока задній брусокъ не придется надъ перекладиною ранѣе установленнаго козла. Чтобы опустить треногу, двое поднимаютъ ее за голову, а другіе двое, помощью веревокъ, накинутыхъ на ноги козла, притягиваютъ послѣднія къ пріемнымъ брусьямъ. Удостовѣрившись, что тренога, стала на свое мѣсто, поднимаютъ подвижную подушку и, отсчитавъ опредѣленное число дыръ, вставляютъ засовы, спускаютъ на нихъ подушки и, выбивъ молотомъ клинья хомутовъ, опускаютъ на подушки козловую перекладину.

2) *Установка съ помощью катка, пріемныхъ брусьевъ и вспомогательныхъ подпорокъ*, ф. 124. Къ переднимъ концамъ брусьевъ придѣлываютъ планки, образующія ушки для вставки вспомогательныхъ подпорокъ — изъ брусковъ или жердей. Въ подпоркахъ просверлены дыры для пропуска засововъ. Пріемные брусья въ переднемъ и заднемъ концѣ связываются поперечными брусьями, и на нихъ навѣшиваются хомуты въ 4 ф. отъ передняго конца или, за неимѣніемъ хомутовъ, подвязываютъ къ нимъ перекладину веревками. Затѣмъ кладутъ подъ пріемные брусья катокъ и подвигаютъ раму впередъ до тѣхъ поръ, пока отмѣтки, сдѣланныя на пріемныхъ брусьяхъ для правильнаго распредѣленія пролетовъ, не оста-

новятся надъ послѣднимъ устоемъ. Затѣмъ подпорки досылаютъ до дна рѣки съ небольшимъ уклономъ ихъ вершинъ внутрь, вставляютъ засовы и отпускаютъ въ нихъ передній конецъ рамы. Затѣмъ, принявъ переводины и треноги, дѣйствуютъ по предыдущему.

Этотъ способъ неудобенъ на рѣкахъ глубокихъ и быстрыхъ и медленнѣе перваго.

60. При длинѣ ногъ до 40 ф. козелъ Тьерри можно устанавливать при глубинѣ до 28 ф., при днѣ каменистомъ и болотистомъ. Въ послѣднемъ случаѣ подъ каждую треногу подкладываютъ 3 доски или щитъ.

Простота конструкціи козелъ Тьерри позволяетъ устраиватъ ихъ изъ всякихъ матерьяловъ, находящихся подъ рукою. Они довольно устойчивы. Поднять мостовое полотно въ случаѣ прибыли воды легко. Въ случаѣ надобности изъ нихъ можно устраивать даже этажные мосты. Однако вслѣдствіе того, что давленіе перекладины передается черезъ подушку преимущественно только ногамъ и лишь, въ слабой степени, подпорѣ, то при продолжительномъ существованіи моста ноги сильнѣе углубляются въ грунтъ, чѣмъ подпора, отчего голова треноги получаетъ наклонъ къ сторонѣ моста. Для устраненія этого полезно при всякомъ грунтѣ подкладывать подъ ноги доски и т. п., съ цѣлью распредѣлить давленіе ихъ на большую поверхность грунта и тѣмъ сравнять между собою сжатіе его подъ ногами и подъ подпорою.

Въ послѣднее время въ Бельгіи нѣсколько видоизмѣнено устройство козла Тьерри, именно: для соединенія ногъ и подпоры вмѣсто болта примѣняется особое соединеніе (фиг. 125), состоящее изъ двухъ муфтъ *а* и *а*, закрѣпленныхъ на шарнирахъ къ оси *б*, на срединѣ которой укрѣплена муфта *в* для подпоры, свободно вращающаяся вокругъ этой оси. Ноги и подпора закрѣпляются въ этихъ муфтахъ помощью зажимныхъ винтовъ. Крюки и распорка въ нижней части треноги прикрѣплены тоже къ особымъ муфтамъ, свободно двигающимся вдоль ногъ и подпоры и закрѣпляемыя къ нимъ тоже зажимными винтами. Благодаря такому видоизмѣненію, сборка козла ускоряется и кромѣ того козелъ можетъ служить и для другихъ цѣлей, напр. для образованія остова кровель и т. п. (фиг. 126).

Устройство подвижной подушки видоизмѣнено тѣмъ, что поперечныя стѣнки ея прикрѣплены на шарнирѣ къ одной изъ продольныхъ, благодаря чему подушка можетъ надѣваться на козелъ уже послѣ его установки.

61. Сваи. Мосты на сваяхъ представляютъ наиболѣе прочный и надежный типъ мостовъ, но требуютъ значительнаго времени для своего устройства. Особенно медленную и сложную работу представляетъ самая забивка свай. Поэтому, проектируя *военный временной мостъ на сваяхъ, слѣдуетъ стараться ограничиваться возможно меньшимъ числомъ свай, сгруппированныхъ въ возможно меньшее число устоевъ.* По этой причинѣ выгоднѣе употреблять въ военныхъ мостахъ болѣе толстыя сваи и болѣе длинные пролеты.

Число свай въ мостовомъ устоѣ зависитъ: 1) отъ величины давленія приходящагося на устой, слѣдов. отъ длины пролета и нагрузки моста, 2) отъ свойства грунта, 3) отъ діаметра сваи и 4) отъ качества матерьяла, употребленнаго на сваи.

Если нижній конецъ сваи упирается въ совершенно несжимаемый грунтъ, то грузъ, который свая способна выдержать, зависитъ исключительно отъ сопротивленія матерьяла сваи раздробленію. Для деревянныхъ, сосновыхъ свай обыкновенно принимаютъ, что давленіе на 1 кв. д. поперечнаго сѣченія сваи не должно превышать 20 пуд. Съ уменьшеніемъ толщины сваи предѣльная нагрузка на единицу площади ея поперечнаго сѣченія тоже д. б. уменьшаема, т. к. чѣмъ свая тоньше, тѣмъ легче она гнется.

У насъ принимаютъ, что при грунтѣ хорошаго качества предѣльная нагрузка

на 6	вершк.	сваю	—1500	пуд.	(17,3 п. на 1 кв. д.)
» 5	»	»	— 750	»	(12,5 » » » »)
» 4	»	»	— 300	»	(8 » » » »)

Если свая не упирается въ твердый грунтъ, а удерживается въ немъ только треніемъ земли о боковую ея поверхность, то давленіе на сваю д. б. значительно уменьшено противъ предыдущаго и для каждаго частнаго случая величина этого давленія опредѣляется забиваніемъ пробной сваи и вычисленіемъ по одной изъ слѣдующихъ формулъ:

$R = k \frac{PH}{h}$ . . . (а) или $R = k_1 \frac{HP^2}{(P+p)\,h}$ . . . (б), гдѣ R — искомое давленіе на сваю или, что то же самое, величина сопротивленія ея углубленію въ грунтъ.

P—вѣсъ бабы, p—вѣсъ сваи, H—высота паденія бабы, h—величина отказа, т. е. углубленіе сваи отъ послѣдняго удара бабы.

Чтобы не возиться съ очень мелкими измѣреніями, на практикѣ h опредѣляется такимъ образомъ: замѣчаютъ углубленіе сваи отъ цѣлаго залога, т. е 20 — 30 ударовъ бабы и замѣченное углубленіе дѣлятъ на число ударовъ. Частное принимается за h.

k — численный коэффиціентъ, зависящій отъ отношенія вѣса бабы къ вѣсу сваи и отъ высоты паденія бабы. При легкихъ бабахъ и малой высотѣ паденія k не болѣе $^1/_{100}$, а для болѣе тяжелыхъ бабъ и большой высоты паденія k можетъ быть принято $^1/_{25}$ — $^1/_{15}$. Величина $k_1 = ^1/_6$, формула (а) даетъ результаты, тѣмъ болѣе близкіе къ истинѣ, чѣмъ болѣе Р и Н, и чѣмъ менѣе сила сцѣпленія между частицами грунта и его упругость. Для болѣе правильнаго опредѣленія величины давленія, выдерживаемаго сваею, слѣдуетъ имѣть въ виду, что многіе строители принимаютъ, что свая въ состояніи выдержать 1500 пуд., если при дѣйствіи на нее бабою въ 37 пуд., съ высоты 4 ф. она послѣ 30 ударовъ углубится не болѣе какъ на $^2/_5$ дюйм. и что для меньшихъ грузовъ величина отказа обратно пропорціональна грузамъ (при тѣхъ же размѣрахъ сваи). Т. обр. для груза въ 750 п. та же свая можетъ быть забита съ отказомъ вдвое большимъ, такъ какъ грузъ вдвое меньше.

Съ помощью формулъ (а) и (б) можно рѣшать слѣдующіе главные вопросы: 1) если длина свай неограничена, то взявъ формулу (а) и зная P и H и давленіе R на сваю, опредѣлить h. Забивая затѣмъ пробную сваю до этого отказа, опредѣлимъ требуемую длину свай. 2) Если сваи даны, то зная Г, р, Н и забивъ пробную сваю до наибольшей глубины, допускаемой ея длиною, получимъ h, а подставляя всѣ эти величины въ формулу (б), опредѣлимъ R. Зная полное давленіе въ устой и раздѣливъ его на вычисленное R, получимъ число свай на устоѣ.

62. *Заготовленіе свай.* Деревянныя сваи дѣлаются изъ сосны, дуба, бука и др. прочныхъ породъ. Бревна, предназначаемыя для свай, очищаются отъ коры и съ тонкаго конца заостриваются. Слѣдуетъ наблюсти при этомъ, чтобы вершина острія приходилась на оси сваи и грани заостренія были расположены симметрично. Вершинный уголъ острія дѣлается 30° — 60°, смотря по плотности грунта. Чѣмъ грунтъ плотнѣе, тѣмъ свая дѣлается острѣе. Самое заостреніе дѣлается въ видѣ 4-хъ гранной пирамиды, оканчивающейся внизу другою, болѣе тупою. Заостреніе въ видѣ конуса или многогранной пирамиды неудобно, т. к. сваи при этомъ во время

бойки начинают вертѣться (ф. 127). Иногда на остріе сваи надѣваются башмаки, чугунные или кованные желѣзные или же изъ толстаго листового желѣза (фиг. 128), но польза отъ употребленія башмаковъ становится ощутительною лишь въ рѣдкихъ случаяхъ, именно, когда въ грунтѣ встрѣчаются предметы достаточно твердые, чтобы переломить сваю, и не настолько твердые, чтобы сопротивляться дѣйствію желѣзнаго башмака. Чтобы вершина сваи не сминалась отъ ударовъ по ней бабы, на верхній конецъ сваи надѣвается *бугель*—желѣзное кольцо сплошное или же состоящее изъ двухъ полуколецъ, стягиваемыхъ болтами (фиг. 129). Сплошные бугеля надѣваются на сваю въ нагрѣтомъ состояніи.

63. *Забивка свай* производится или ручною бабою или копровою бабою и помощью копра.

Ручною бабою забиваются обыкновенно легкія сваи и на небольшую глубину. Вѣсъ бабы 2—5 пуд Она дѣлается обыкновенно изъ толстаго обрубка тяжелаго дерева (ф. 130). Для того, чтобы при случайномъ отклоненіи сваи баба не опустилась мимо сваи, въ верхнюю плоскость послѣдней вставляется стержень, проходящій черезъ сквозное отверстіе, сдѣланное вдоль оси бабы. Этотъ стержень служитъ какъ бы направляющею для бабы при ея поднятіи и опусканіи. Для забивки свай копровою бабою употребляется *коперъ*. Копры бываютъ двухъ родовъ: *ручные*, гдѣ баба поднимается силою людей и *машинные*, гдѣ баба поднимается машинами, паромъ, порохомъ, электричествомъ.

Простѣйшій ручной коперъ состоитъ (ф. 131) изъ основной треугольной рамы, изъ 2 ногъ и подкоса, соединенныхъ вверху перекладиною (головою копра). Въ верхней части ногъ укрѣпляется блокъ или шкивъ, чрезъ который проходитъ *лопарный* канатъ, служащій для подъема бабы. Къ головѣ копра привязывается еще другой блокъ такельнаго каната, около 3 дюйм. въ окружности и 10 саж. длиною и служащаго для подниманія сваи, при установкѣ ея на мѣсто. Деревянныя части копра для прочности скрѣпляются желѣзными накладками и наугольниками. Лопарный канатъ, 4—4½ саж. длины и въ окружности около 6 дюйм., перекидывается черезъ шкивъ и привязывается къ ушку бабы (ф. 133). Къ другому концу привязываются кошки—веревки, 1½ дюйм. въ окружности, за которыя берутся рабочіе при подъемѣ бабы. На каждую кошку у насъ ставятъ до 7 чел. Общая длина кошекъ—до 40 пог. саж. Способъ прикрѣпленія кошекъ указанъ на фиг. 134.

Удобнѣе, если кошки прикрѣплены такъ, что легко м. б. передвинуты по лопарному канату, что бываетъ необходимо при забивкѣ свай на большую глубину.

Чѣмъ больше діаметръ шкива, тѣмъ менѣе сопротивленіе отъ жесткости лопарнаго каната и отъ тренія шкива по оси и тѣмъ меньше усиліе, необходимое для подъема бабы. Напр. для поднятія 33 пуд. бабы потребно усиліе при 9 дюйм. шкивѣ $\left[33 + \frac{165}{40}\right]$ пуда при 18 дюйм. $\left[33 + \frac{82}{40}\right]$ пуда, т. е. на 2 пуда менѣе.

Шкивы бываютъ деревянные (березовые или буковые) (ф. 132) и чугунные. Шкивъ лопарный укрѣпляется на копрѣ такъ, чтобы канатъ, идущій къ бабѣ, шелъ параллельно наружной плоскости ногъ. Бабы (фиг. 133), употребляемыя на ручныхъ копрахъ вѣсятъ 25—40 пуд. Онѣ бываютъ чугунныя или деревянныя, залитыя свинцомъ. На верху бабы придѣлано кольцо для привязыванія каната. Въ стѣнкахъ бабы сдѣланы 2 сквозныхъ отверстія, въ которыя вставляются деревянные бруски или пальцы бабы. Пальцы проходятъ въ промежутокъ между ногами копра и служатъ для направленія бабы вдоль копра, съ внутренней стороны копра въ пальцы вставляются горизонтальныя чеки, непозволяющія бабѣ отдѣляться отъ ногъ.

Сборку копра удобнѣе производить помощью двухъ козелъ, какъ показано на ф. 135. Собравъ коперъ и навѣсивъ лопарный канатъ, привязываютъ къ нему кошки такъ, чтобы концы ихъ касались земли въ 7 арш. отъ хвоста копра и когда баба опущена до низа копра.

Число людей расчитывается такъ, чтобы на каждаго приходилось 30—40 фн. вѣса бабы. Для каждаго рабочаго должно полагать площадь 5—6 кв. ф. Высота подъема бабы на ручномъ копрѣ около 4 ф. и рѣдко 5 ф.

Установивъ коперъ, поднимаютъ бабу до верху и задерживаютъ ее тамъ засовами, пропущенными черезъ отверстія, продѣланныя въ ногахъ копра. Сваю поднимаютъ такельнымъ канатомъ, привязаннымъ, какъ указано на ф. 134. По установкѣ сваи на мѣсто на нее надѣваютъ веревочный хомутъ *m* (ф. 131), охватывающій и ноги копра, внизу у сваи становятся закоперщики, которые дѣйствуя аншпугами, просунутыми въ хомутъ, направляютъ сваю въ ея движеніи. Установивъ сваю, рабочіе начинаютъ ее бить ба-

бою, дружно дѣйствуя на кошки. Сдѣлавъ ударовъ 30, отдыхаютъ. Число ударовъ, раздѣленное отдыхами, называется залогомъ. Залогъ съ отдыхомъ продолжается до 4-хъ минутъ. При 10 часовой работѣ на одномъ копрѣ можно сдѣлать до 105 залоговъ.

При забивкѣ свай полезно вести журналъ по слѣдующей формѣ.

	День забивки.	№ свай.	Размѣры свай.		Вѣсъ бабы.	Высота подъема.	№ залога.	Число ударовъ въ залогѣ.	Число рабочихъ.	Углубленіе свай при каждомъ залогѣ.	Примѣчаніе.
			Длина.	Толщина							

Свая забивается до требуемаго отказа. Иногда случается *ложный отказъ*, напр. если свая попадетъ на камень. Если на этой глубинѣ нельзя было ожидать каменнаго пласта, то продолжаютъ бить, пока свая не пойдетъ далѣе, но послѣ этого надо вытащить сваю и посмотрѣть, не раскололась ли она. Когда свая опустится ниже копровой рамы на нее наставляютъ *подбабокъ* (ф. 136)—обрубокъ дерева съ ручкою, двумя бугелями по концамъ и желѣзнымъ стержнемъ внизу. Рабочій держитъ подбабокъ, пока стержень не войдетъ въ сваю.

Ноги копра и пальцы бабы смазываются саломъ.

Если свая отклонилась отъ требуемаго направленія, лучше всего ее выдернуть, разбить препятствіе буромъ и забить другую сваю.

Выдергиваніе свай производится способомъ, указаннымъ на ф. 137. При сильномъ волненіи можно выдернуть сваю, привязавъ къ ней плотъ, который, подвергаясь ударамъ волнъ снизу, понемногу вытаскиваетъ сваю.

Въ песчанныхъ и иловатыхъ грунтахъ сваи углубляются весьма медленно. Для ускоренія забивки въ этомъ случаѣ можно прибѣгнуть къ размыванію грунта. Для этого по бокамъ сваи вдоль нея укрѣпляютъ одну или двѣ металлическія трубки, направленныя къ острію сваи, у котораго отверстіе ихъ съуживается. Вверху эти трубки резиновыми рукавами соединяются съ насосами,

снабжающими трубы водою. Вода, поступая къ острію сваи, размываетъ грунтъ и тѣмъ облегчаетъ забивку сваи. По углубленіи сваи трубки вытаскиваютъ и примѣняютъ къ слѣдующимъ сваямъ.

64. Устройство машиннаго копра понятно изъ ф. 138. Здѣсь лопарный канатъ наматывается на воротъ, приводимый въ движеніе людьми. Для того, чтобы баба, поднявшись надъ сваею на опредѣленную высоту, вновь упала на нее, примѣняются различныя приспособленія, указанныя на ф. 139, гдѣ представленъ крюкъ изъ толстаго желѣза съ утолщеніемъ посрединѣ, черезъ которое проходитъ стержень для прикрѣпленія лопарнаго каната. Отцѣпленіе крюка отъ бабы производится, натягивая веревку, привязанную къ верхнему его концу. Нижнею частью крюкъ захватываетъ за кольцо бабы. На ф. 140 изображено расцѣпленіе другаго вида: желѣзный крюкъ прикрѣпленъ къ низу маленькой деревянной бабы, за кольцо которой привязывается лопарный канатъ. Крюкъ прикрѣпленъ къ бабѣ такъ, что можетъ немного вращаться въ вертикальной плоскости. Верхняя часть крюка имѣетъ видъ неравноплечаго рычага, къ короткому концу котораго прикрѣпленъ грузикъ, прижимающій къ бабѣ длинное плечо и держащій самый крюкъ въ отвѣсномъ положеніи. Разцѣпленіе съ бабою производится или помощью веревки, какъ въ предъидущемъ случаѣ, или къ ногамъ прикрѣпляютъ горизонтальную планку, въ которую при подъемѣ бабы ударяется длинное плечо рычага, которое, упершись въ эту полосу отъ движенія бабы далѣе вверхъ постепенно наклоняется и такимъ образомъ разцѣпляетъ отъ бабы крюкъ.

На машинныхъ копрахъ вѣсъ бабы и подъемъ ея могутъ быть сдѣланы гораздо значительнѣе. Вѣсъ бабы бываетъ 30—60 пуд., а подъемъ 8—30 ф.

Машинные копры особенно полезны при забивкѣ свай на большую глубину и въ плотномъ грунтѣ или тамъ, гдѣ нельзя найти достаточнаго числа рабочихъ, умѣющихъ работать дружно. Но при этихъ копрахъ сильно страдаютъ головы свай и самыя сваи чаще колятся, чѣмъ при ручныхъ копрахъ.

На ф. 141—142 указанъ паровой коперъ Лакура. Копры этой системы весьма распространены во Франціи и введены тамъ въ инженерныхъ войскахъ. Особенность устройства этого копра заключается въ конструкціи бабы. Послѣдняя представляетъ собою паровой цилиндръ, внутри котораго помѣщенъ стержень C, оканчивающійся наверху поршнемъ B. Баба устанавливается на сваѣ въ положеніи, изображенномъ на ф. 142. Паръ по гуттаперчевому рукаву h впускается поверхъ поршня, отчего баба, подъ вліяніемъ упругости пара, подпимается а стержень остается на головѣ

бабы. Когда баба поднята до требуемой высоты, то поворотомъ рукоятки крана паръ выпускается наружу и баба подъ вліяніемъ своего вѣса падаетъ на сваю. Повернувъ рукоятку крана, вновь впускаютъ паръ поверхъ поршня; затѣмъ, когда баба поднимется, опять поворачиваютъ рукоятку и т. д. Поворотами рукоятки крана управляетъ рабочій. Для направленія движенія бабы служатъ пальцы p, двигающіеся между стрѣлами копра. Къ пальцамъ придѣланы катки l. Для скрѣпленія стержня C съ бабою, что бываетъ необходимо при перетаскиваніи бабы на слѣдующую сваю, служитъ зажимной винтъ o. Отверстіе m назначено для выхода пара, могущаго, вслѣдствіе неплотнаго поршня, попасть подъ послѣдній; вода, образующаяся при конденсаціи этого послѣдняго пара, вытекаетъ черезъ n.

Подъемъ бабы при перемѣщеніи со сваи на сваю производится помощью лебедки.

Вѣсъ бабы около 60 пуд. (1 тонна). Число ударовъ 25 въ минуту. Высота паденія бабы 3—5 ф. Давленіе пара въ котлѣ около 5 атмосферъ. Рабочихъ — трое: закопорщикъ, машинистъ и одинъ для управленія рукояткою крана.

65. Забивка свай производится съ подмостей, устраиваемыхъ на козлахъ или на сваяхъ, вбитыхъ ручною бабою. При достаточной глубинѣ и отсутствіи волненія лучше всего для этой цѣли устраивать паромы на судахъ или плотахъ.

На фиг. 143 указанъ коперъ для забивки свай для пристаней на морѣ, построенныхъ въ 1878 г. въ Турціи, въ г. Родосто, на Мраморномъ морѣ для посадки нашихъ войскъ на суда при эвакуаціи дѣйствующей арміи. Паромъ состоитъ изъ 3 плотовъ по 4 бревна длиною до 10 саж. каждый. Плоты связывались между собою поперечинами, прикрѣпляемыми къ нимъ штропами. Коперъ состоялъ изъ вертикальной рамы, укрѣпленной подкосами и состоявшей изъ нижней и верхней подушекъ и 4 паръ ногъ—по числу свай въ устоѣ.

Для каждой пары ногъ была собственная оснастка. Бабъ по 40 п.— 2. Паромъ закрѣплялся на мѣстѣ на 2 якоряхъ, закинутыхъ въ направленіи осей плотовъ. Задняя часть парома удерживалась поперечиною, привязанною къ парому позади послѣдняго вбитаго ряда свай—она не позволяла парому двигаться впередъ, якорные канаты—назадъ, а сваи предыдущихъ устоевъ, находясь между плотами парома, не позволяли послѣднему двигаться въ стороны. Сваи устанавливались съ береговой стороны копровой рамы. Сначала забивались сваи нечетныхъ рядовъ. Затѣмъ опустивъ бабу на сваю, вынимали крюкъ лопаря нечетнаго ряда и вставляли крюкъ—четнаго, осторожно помощью лопаря и оттяжекъ переносили бабу на сваю четнаго ряда и продолжали бойку. Когда всѣ 4 сваи ряда были забиты, отвязывали заднюю поперечину, подтягивали паромъ якорными канатами впередъ, устанавливали по предыдущему и приступали къ бойкѣ.

При одновременной бойкѣ 2-хъ свай и 14-часовой работѣ въ сутки успѣвали забивать до 40—50 свай. Благодаря такой скорости забивки свай пристани длиною въ 40 саж. и 3 саж. ширины были построены въ 10 дней.

66. ***Винтовыя сваи.*** Нижняя оконечность такихъ свай снабжается винтомъ и сваи не забиваются въ грунтъ, а ввинчиваются. Выгода употребленія такихъ свай заключается въ слѣдующемъ: завинченныя въ грунтъ сваи, благодаря большой поверхности винта, оказываютъ сильное сопротивленіе дальнѣйшему своему

углубленію, распредѣляя при этомъ давленіе нагрузки на большую поверхность грунта. Такимъ образомъ присутствіе винта позволяетъ нагружать сваю до наибольшаго предѣла. По этой причинѣ свая, и недовинченная до надлежащей глубины, способна выдержать большую нагрузку. По нѣкоторымъ даннымъ можно принять, что такія сваи могутъ выдержать давленіе до 350 пуд. на кв. ф. поперечнаго сѣченія винта. Кромѣ того для завинчиванія сваи не требуется устройства такихъ обширныхъ и медленно воздвигаемыхъ подмостей, какія необходимы при копровой забивкѣ свай. Винтовыя сваи свободно ввинчиваются во всякаго рода грунтъ до мѣловой скалы включительно. Скорость завинчиванія свай довольно значительна. По наблюденіямъ англійскихъ инженеровъ скорость завинчиванія доходитъ: въ слабомъ грунтѣ до $2^1/_2$ ф., въ глинѣ до 1 ф., въ пескѣ до $^1/_2$ ф. въ минуту. Точность установки сваи можетъ быть доведена до $^1/_8$ дюйма. Наконецъ эти сваи можно завинчивать и во время волненія, когда забивка свай бабою невозможна.

При употребленіи винтовыхъ свай для военн. мостовъ можно руководствоваться слѣдующимъ: свая заостривается, какъ и обыкновенныя сваи. Винтъ укрѣпляется на нижнемъ концѣ *цилиндрической* части сваи. Діаметръ винта 4—5 разъ болѣе діаметра сваи. Для плотныхъ грунтовъ діаметръ винта уменьшается до $2^1/_2$—3, діаметровъ сваи. Крутизна винта зависитъ отъ плотности грунта: отношеніе діаметра винта къ шагу можно принять: въ твердыхъ грунтахъ: равнымъ —1, среднихъ (глина)—4 и слабыхъ—6. Для грунтовъ наичаще встрѣчаемыхъ это отношеніе можетъ быть принято 3 — 4. Число оборотовъ винта — $1^1/_4$ — 2. Толщина полокъ винта $^1/_8$—$^2/_8$ дюйма.

Самый винтъ можетъ быть сдѣланъ или прямо на свайномъ башмакѣ или-же спираль можетъ быть вырѣзана изъ металлическаго листа (ф. 144). Въ листѣ діаметръ внутренняго круга долженъ быть сдѣланъ равнымъ гипотенузѣ прямоуг. треугольника, катеты котораго равны: одинъ—діаметру сваи, другой—шагу винта. Радіальныя полоски во внутреннемъ кругѣ не вырѣзываются, а служатъ для прикрѣпленія спирали къ сваѣ.

Остріе сваи лучше снабжать башмакомъ, такъ какъ при этомъ низъ сваи становится тяжелѣе, а это облегчаетъ направленіе сваи при завинчиваніи. Если башмакъ дѣлается изъ листового желѣза

(ф. 128), то зависимость между угломъ *c* конечности сваи и центральнымъ угломъ S сектора башмака будетъ $S = n \sin \frac{c}{2}$.

Завинчиванiе свай можетъ производиться или помощью наголовника А (ф. 145), надѣваемаго на сваю и укрѣпляемаго на ней винтами *в*, *в* и рычаговъ, вставляемыхъ въ втулки *с*, *с*. По мѣрѣ ввинчиванiя сваи наголовникъ переносится на слѣдующее мѣсто. Перемѣщать наголовникъ приходится по высотѣ сваи черезъ 3—$3^1/_2$ ф., слѣдовательно всего раза 3—4. Для быстраго закрѣпленiя его къ сваѣ можно уже ранѣе при заготовкѣ сваи просверлить отверстiя для винтовъ *в*, *в*. Можно не дѣлать наголовника, а ввинчивать втулки *с* прямо въ сваю (ф. 146).

Можно завинтить сваю помощью опускающихся подмостей (ф. 147). Основою для подмостей служатъ обыкновенные козла, къ вертикальнымъ ногамъ которыхъ прибиты бруски *а*, *а*, служащiе опорою для настилки. Для установки сваи и ея направленiя служатъ бруски *б* и *б*, которые зубомъ захватываютъ бруски *а*, *а*, накладываемые же на нихъ бруски *в*, *в* уже ихъ захватываютъ зубомъ. Для самаго завинчиванiя въ торецъ сваи ввинчиваютъ два пробоя *д* съ кольцами, въ которые вставляются рычаги. Помостъ настилается сначала на козловыя перекладины. Рабочiе берутся за рычаги и начинаютъ вращать сваю. Когда рычаги значительно опустятся, помостъ перекладываютъ на первые отъ верху бруски *а*, *а*, потомъ на вторые и т. д.

67. *Наращиванiе свай.* Одинъ изъ простѣйшихъ способовъ наращиванiя свай заключается въ томъ, что свая соединяется съ наращиваемымъ концомъ въ полдерева (ф. 148,*а*), на длину 1—$1^1/_2$ арш. и стягивается двумя желѣзными хомутами и болтами, пропущенными черезъ двѣ горизонтальныя схватки, расположенныя по бокамъ сваи, какъ разъ противъ средины стыка. Въ схваткахъ дѣлаются небольшiе вырѣзы, которыми онѣ плотно охватываютъ сваю. Другой способъ заключается въ томъ, что наращиваемая стойка ставится прямо на сваю (ф. 148,*б*) и соединяется съ нею двумя боковыми накладками параллельно оси сваи стягиваемыми со сваею и надставкою двумя горизонтальными болтами. На высотѣ срѣза сваи, кромѣ того, располагаются горизонтальныя схватки. На фиг. 148, *в* указано наращиванiе свай помощью заершеннаго штыря. Этотъ способъ допускается только въ томъ случаѣ,

когда сростъ свай находится ниже мѣстнаго горизонта не менѣе, какъ на 2 аршина.

На фигурѣ 148,*d* наращиваніе сдѣлано помощью чугунной муфты. На ф. 148,*e* наращиваніе помощью четырехъ схватокъ, стянутыхъ болтами.

68. *Сваи въ устоѣ размѣщаются такъ, чтобы давленіе моста распредѣлялось возможно равномѣрнѣе между ними.* При равномѣрно-распредѣл. нагрузкѣ моста и при равныхъ разстояніяхъ между сваями давленіе на каждую изъ среднихъ свай равно давленію всего пролета, раздѣленному на число промежутковъ между сваями въ устоѣ. Давленіе на крайнія равно половинѣ давленія на среднія.

При сосредоточенныхъ нагрузкахъ давленіе на каждую сваю должно опредѣляться согласно § 33.

69. Для образованія мостового устоя сваи срѣзываются подъ одинъ уровень и на нихъ нарубаются шипы, а въ насадкѣ дѣлаютъ гнѣзда. Для того, чтобы насадка не могла быть поднята со свай высокою водою, ее скрѣпляютъ со сваями скобами или хомутами изъ полосового желѣза, прикрѣпляемыми къ сваѣ, болтомъ. Для той-же цѣли гнѣздо для шипа дѣлаютъ сковороднемъ и при насаживаніи насадки въ прямой шипъ сваи забиваютъ клинъ, который при осаживаніи насадки углубляется въ шипъ, раздвояя его и заполняя такимъ образомъ гнѣздо. Иногда вмѣсто шипа нарубаютъ на сваѣ гребень, перпендикулярно длинѣ насадки, чтобы послѣдняя всегда лежала на полкахъ сваи. При большомъ давленіи мостовыхъ переводинъ или прогоновъ на насадки, послѣднія для избѣжанія смятія ихъ дѣлаются двойными. Въ этомъ случаѣ на сваѣ нарубается гребень, который охватывается насадками. Насадки стягиваются между собою болтами, расположенные по сторонамъ сваи. (См. фиг. 149—151).

70. Для приданія свайнымъ устоямъ надлежащей жесткости и неизмѣняемаго вида они помощью горизонтальныхъ схватокъ и діагональныхъ связей приводятся въ систему треугольниковъ ф. 152. Горизонтальныя двойныя схватки располагаются въ $1^1/_2$ сажени одна пара отъ другой. Въ невысокихъ устояхъ горизонтальныя схватки располагаются на уровнѣ воды. Въ схваткахъ дѣлаются небольшіе врѣзы, чтобы они плотнѣе охватывали сваи (ф. 151). Схватки стягиваются между собою болтами, пропущенными черезъ сваю, если на эти схватки опираются подкосы, или-же въ против-

номъ случаѣ располагаемыми по сторонамъ сваи, чтобы безцѣльно не ослаблять послѣднюю. Кромѣ того, если на схватки опираются подкосы, то вырѣзы должны быть сдѣланы не только въ нихъ, но и въ сваяхъ для того, чтобы давленіе подкоса на схватку передавалось непосредственно самой сваѣ и чтобы ослабить черезъ это напряженіе болта схватокъ, стремящагося подъ давленіемъ подкоса согнуться внизъ (ф. 153). Діагональныя схватки, связывающія между собою сваи устоя, располагаются по одной съ каждой стороны устоя. Онѣ дѣлаются изъ пластинъ, толстыхъ досокъ и т. п. искрѣпляются со сваями болтами или скобами. (фиг. 151—153).

Если въ устоѣ нѣсколько рядовъ свай, то сваи каждаго ряда соединяются между собою горизонтальными и наклонными схватками и затѣмъ ряды свай соединяются между собою поперечными схватками, какъ горизонтальными, такъ и наклонными.

Подбалки, подкладываемыя подъ концы переводинъ, укладываются на насадкѣ лишь съ небольшою прирубкою, чтобъ воспрепятствовать движенію подбалки какъ вдоль, такъ и поперекъ насадки (154).

Подкосы врубаются въ сваи лишь небольшимъ шипомъ, чтобы предупредить выскакиваніе ихъ въ стороны.

Если устои высоки, то для приданія имъ большей устойчивости, кромѣ всѣхъ вышеуказанныхъ мѣръ, принимаютъ еще слѣдующія крайнія сваи устоя поддерживаются подкосами, упирающимися въ особо забитыя *откосныя сваи а* (ф. 155). Чѣмъ устои выше, тѣмъ удаленіе откосныхъ свай болѣе. Вообще желательно, чтобы подкосы эти были наклонены къ горизонту подъ угломъ около 60°. Откосныя сваи схватываются горизонтальными схватками со сваями устоевъ. Для упора-же въ нихъ подкосовъ, прикрѣпляютъ къ нимъ помощью болтовъ и шпонокъ бруски *б*, на вершину которыхъ и опирается подкосъ. Такимъ-же образомъ соединяется и вершина подкосовъ съ крайними сваями устоя.

71. *Ледорѣзы* устраиваются для предохраненія свайныхъ устоевъ отъ порчи ихъ льдомъ и другими плавающими тѣлами. Ледорѣзы устраиваются съ верховой, а иногда и съ низовой стороны моста (при возможности обратнаго ледохода). Лучше устраивать ихъ отдѣльно отъ моста.

Ледорѣзы состоятъ изъ одного или нѣсколькихъ рядовъ свай, связанныхъ между собою насадкою, наклоненною къ горизонту подъ угломъ 15—45°) смотря по силѣ ледохода и скорости теченія.

Наклонное положеніе насадкѣ дается съ цѣлію заставить большія льдины вкатываться на ледорѣзъ и затѣмъ ломаться на болѣе мелкія льдины, удобнѣе большихъ проходящія подъ мостомъ. Чѣмъ теченіе и ледоходъ сильнѣе, тѣмъ насадка должна быть круче. Для предохраненія насадки отъ истиранія льдомъ, ее обиваютъ сверху толстымъ полосовымъ желѣзомъ, рельсами и иногда досками, обитыми листовымъ желѣзомъ. Нижній конецъ наклонной насадки долженъ быть ниже самаго низкаго ординара водъ.

Число свай въ ледорѣзѣ зависитъ отъ силы ледохода. На рѣкахъ съ слабымъ теченіемъ и ледоходомъ довольствуются тремя сваями въ 1 саж. одна отъ другой. При сильномъ теченіи забиваютъ сваи въ нѣсколько рядовъ, — иногда цѣлые кусты свай (10—20 шт.), плотно забитыхъ другъ около друга и связанныхъ въ одно цѣлое хомутами и болтами. Насадки плотно скрѣпляются съ кустами свай помощью врубокъ, хомутовъ, болтовъ, а иногда и цѣпей.

Кромѣ насадокъ сваи въ ледорѣзѣ соединяются между собою двойными горизонтальными схватками на болтахъ. Иногда въ схватки упираютъ подкосы, упирающіеся въ насадку у вершины слѣдующей сваи.

На фиг. 156 указано общее устройство ледорѣзовъ.

72. *Ряжи.* На рѣкахъ со скалистымъ дномъ или съ весьма слабымъ грунтомъ, гдѣ нельзя построить свайнаго или судового моста, устраиваютъ мосты на ряжахъ, т. е. на бревенчатыхъ срубахъ, съ поломъ, основаннымъ на балкахъ, врубленныхъ въ вѣнцы сруба. На полъ ряжа насыпается камень, земля и пр., отъ тяжести чего ряжъ погружается на дно рѣки. Внутри ряжа устраиваютъ поперечныя стѣнки въ 1—1½ саж. одна отъ другой. Кромѣ того полезно стѣны ряжей скрѣплять сжимами (157 *д*). Бревна ряжевыхъ стѣнъ соединяются въ углахъ въ обло, въ присѣкъ, или въ лапу (фиг. 157 *а*, *б*, *в*). Вѣнцы можно прямо накладывать одинъ на другой безъ притески и внутреннихъ шиповъ.

Видъ и размѣры ряжа зависятъ отъ его назначенія. Для береговаго устоя ряжи имѣютъ въ планѣ одинъ изъ видовъ, указанныхъ на ф. 157. Размѣры ряжа опредѣляются по § 53. Для промежуточныхъ устоевъ длина ряжа дѣлается немного болѣе ширины моста. Ширина ряжа зависитъ отъ его высоты: чѣмъ ряжъ выше, тѣмъ онъ для устойчивости долженъ быть шире, желательно, чтобы высота ряжа была не болѣе двойной его ширины. Для экономіи

лѣса ряжи дѣлаются высотою немного выступающею надъ уровнемъ воды. Для меньшаго стѣсненія живаго сѣченія рѣки ширина ряжа должна быть возможно менѣе.

Съ верховой стороны рѣки въ ряжахъ дѣлается исходящій уголъ или носъ. Полъ врубается при твердыхъ грунтахъ: — между 2 и 3 вѣнцами, при слабыхъ—на такой высотѣ отъ низа, насколько расчитываютъ, что ряжъ погрузится въ грунтъ.

Ряжи рубятся на берегу, затѣмъ спускаютъ на воду, отводятся буксиромъ или бичевою къ мѣсту установки, закрѣпляются на мѣстѣ якорями, нагружаются камнемъ и опускаются на дно. Нагрузка должна производиться равномѣрно по всему ряжу, такъ какъ иначе онъ можетъ накрениться на сторону и даже опрокинуться. Для предупрежденія размыва дна вокругъ ряжа дѣлаютъ каменную наброску.

Верхняя часть устоя надъ ряжемъ дѣлается изъ стоекъ, утвержденныхъ въ верхнемъ вѣнцѣ или въ особыхъ лежняхъ, уложенныхъ на его стѣнки. Стойки скрѣпляются между собою схватками, подкосами, крестами, насадками и пр.

На фиг. 157—159 показано устройство ряжей и ряжевыхъ мостовъ.

Ряжи требуютъ много матеріала, и вѣнцы ихъ въ предѣлахъ измѣненія горизонта воды быстро загниваютъ. Ряжи очень стѣсняютъ живое сѣченіе и потому мало пригодны для рѣкъ съ большою скоростью теченія.

73. *Временные ж.-д. мосты.* Въ военное время часто приходится сооружать ж.-д. мосты какъ при проведеніи новыхъ ж.-д. линій, такъ въ особенности при возстановленіи ж.-д. переправъ, разрушенныхъ непріятелемъ. (Въ войну 1870—71 г. германцамъ пришлось возстановить до 70 ж.-д. мостовъ, общею длиною до 1000 саж.).

Военные временные ж.-д. мосты должны обладать достаточною прочностью, чтобы быть въ состояніи выдерживать давленіе тяжелыхъ воинскихъ поѣздовъ, состоящихъ иногда изъ однихъ только паровозовъ. Поэтому ихъ приходится устраивать изъ матеріаловъ хорошаго качества и довольно большихъ поперечныхъ сѣченій. Заготовка такого матеріала въ военное время, когда всѣ ж.-д. и другіе пути заняты перевозкою массы различныхъ воинскихъ грузовъ, весьма затруднительна, почему при выборѣ системы такихъ мостовъ слѣдуетъ отдавать предпочтеніе той изъ нихъ, при которой

можно обойтись съ матеріалами меньшей длины и меньшихъ поперечныхъ размѣровъ.

По этой причинѣ *пролеты* воен. времен. ж.-д. мостовъ обыкновенно дѣлаются небольшими, хотя, съ другой стороны, при этомъ приходится устраивать большое число устоевъ, что въ случаѣ большой ихъ высоты крайне замедляетъ постройку моста, особенно при грунтахъ, неблагопріятныхъ для устройства мостовыхъ опоръ. Въ виду этого, выбирая систему моста, слѣдуетъ раньше изслѣдовать вопросъ о томъ, насколько затруднительно при данныхъ мѣстныхъ обстоятельствахъ устройство опоръ и не ускорится-ли постройка моста при меньшемъ числѣ ихъ, но за то при болѣе длинныхъ и слѣдовательно болѣе сложной системы пролетахъ, или наоборотъ.

Вѣрнымъ средствомъ для ускоренія постройки ж.-д. мостовъ въ военное время служитъ организація въ мирное время ж.-д. мостовыхъ парковъ, снабженныхъ системою металлическихъ разборчатыхъ ж.-д. мостовъ и устоевъ (напримѣръ системы Анри. См. § 108).

Расчетъ составныхъ частей ж.-д. мостовъ производится по наибольшему давленію, производимому на нихъ ж.д. поѣздами, величина котораго измѣняется съ измѣненіемъ длины пролета. Въ видахъ упрощенія и ускоренія производства расчета для опредѣленія размѣровъ мостовыхъ переводинъ давленіе на нихъ поѣздовъ замѣняется равносильною ему равномѣрно распредѣленною нагрузкою.

Въ приложеніи 6 указаны величины этихъ нагрузокъ, наибольшія давленія на промежуточныя и крайнія опоры мостовъ, приблизительный вѣсъ мостовъ (деревянныхъ) и то размѣщеніе подвижного состава поѣзда, при которомъ давленіе на опоры получается наибольшимъ.

Мостовыя переводины (прогоны) расчитываются по формулѣ § 25, для равномѣрно распредѣленной нагрузки т. е. по $\frac{Pl}{8} \leqq WR$.

74. *Полотно ж. д. моста* состоитъ изъ шпалъ или поперечинъ, рельсовъ, охранныхъ брусьевъ и периль. Размѣры шпалъ зависятъ отъ числа мостовыхъ прогоновъ, ихъ поддерживающихъ и отъ ихъ взаимнаго разстоянія. Число прогоновъ подъ одинъ путь обыкновенно бываетъ 2—4.

1. При двухъ прогонахъ подъ путь разстояніе между ихъ осями дѣлается въ 1 саж. (ф. 160,а) и размѣры шпалъ м. б. опредѣлены по форм.: $Pc \leqq RW$, гдѣ P есть давленіе 1 колеса паровоза

(465 п.), c—полуразность между разстояніемъ между осями прогоновъ и шириною колеи (ширина нашей колеи 5 ф=0,714с. = 1,525 метра). R и W—тѣже, что и прежде (см. § 12).

2. При трехъ прогонахъ, разстояніе между ихъ осями д. б. таково, чтобы давленіе колесъ подвижного состава распредѣлялось равномѣрно между ними, для чего разстояніе каждаго рельса отъ оси средняго прогона д. б. вдвое болѣе разстоянія его отъ крайняго прогона (ф. 160,б). Дѣйствительно, давленіе при этомъ на лѣвый прогонъ будетъ равно $^2/_3$ давленія лѣваго колеса, на правый—$^2/_3$ давленія праваго колеса, а на средній прогонъ придется $^1/_3$ давленія лѣваго и $^1/_3$ давленія праваго, т. е. тоже $^2/_3$ давленія колеса.

Размѣры шпалъ въ этомъ случаѣ м. б. опредѣлены по общей формулѣ § 12, которая, если пренебречь вѣсомъ шпалы, выразится : $\frac{P(l-x)\,x}{l} \leq RW$, гдѣ P—есть давленіе 1 колеса, l—разстояніе между осями двухъ смежныхъ прогоновъ, x — удаленіе рельса отъ одного изъ прогоновъ, между которыми онъ находится. Если прогоны уложены при соблюденіи вышеуказаннаго требованія то $x=\frac{l}{3}$ или $\frac{2l}{3}$ и слѣдоват. предыдущая формула обращается въ $^2/_9\,Pl<RW$.

3. При четырехъ прогонахъ, они кладутся по парно подъ каждый рельсъ (ф. 160,в) и разстояніе между осями крайнихъ прогоновъ берется не менѣе 1 саж. Въ этомъ случаѣ, чтобы давленіе колесъ равномѣрно распредѣлялось между всѣми прогонами надо, чтобы оси среднихъ прогоновъ были удалены на ту-же величину отъ оси рельсовъ, какъ и оси крайнихъ прогоновъ то есть на $\frac{1-0{,}714}{2} = 0{,}143$ с. = 12 д. и слѣдов. часть шпалы, гдѣ закрѣпленъ рельсъ м. б. разсматриваема, какъ балка, лежащая на двухъ опорахъ оси которыхъ взаимно удалены на величину 0,143 с. $\times$ 2=24 д. и слѣд. поперечные размѣры шпалъ м. б. опредѣлены по формулѣ $\frac{Pl}{4} \leq RW$ гдѣ l = 24 д.

Всегда полезно мостовыя шпалы дѣлать толще, чтобы рѣже приходилось мѣнять ихъ, т. к. эта работа на мосту довольно затруднительна. Разстояніе между осями шпалъ дѣлается обыкновенно 24 д. и не болѣе 28 д.

Шпалы врубаются въ прогоны (ф. 161) такъ, чтобы онѣ не могли двигаться ни вдоль ни поперекъ пути, и скрѣпляются съ

ными болтами. Рельсы врубаются въ шпалы обыкновеннымъ образомъ, т. е. съ уклономъ $^1/_{20}$ внутрь колеи, и скрѣпляются со шпалами костылями или шурупами. Полезно подъ рельсы класть подкладки *a* и рельсы каждаго звена связывать между собою распорными болтами б (ф. 162).

Для предохраненія поѣзда отъ схода съ рельсовъ располагаются охранные брусья или рельсы; зазоръ между внутреннею гранью головки рельса и боковою поверхностью бруса д. б. не менѣе 3 д., т. к. при болѣе близкомъ расположеніи охранныхъ брусьевъ затрудняется очистка рельсовъ. Охранные брусья или рельсы полезно продолжать за оконечности моста покрайней мѣрѣ на 20 саж.

Соединеніе между собою рельсовъ пути на полотнѣ и на мосту дѣлается при небольшихъ мостахъ обыкновенными накладками, при большихъ-же мостахъ—помощью т. наз. уравнительныхъ приборовъ (ф. 163).

Подъ ближайшія къ мосту звенья пути полезно подкладывать лежни съ цѣлію уменьшить осадку балласта и полотна при въѣздѣ на мостъ.

Перила на короткихъ мостахъ вовсе не дѣлаются, на длинныхъ-же удаленіе перилъ отъ оси пути д. б. не менѣе предѣла приближенія строеній къ пути. Для нашего подвижного состава это удаленіе д. б. не менѣе $6^1/_3$ ф., но для удобства прохода сторожей лучше это удаленіе дѣлать не менѣе 8 ф. На шпалы между рельсами и по бокамъ для удобства прохода кладутъ доски.

75. *Верхнее строеніе дерев. ж. д. мостовъ* большею частію дѣлается балочной или подкосной системы. Рѣшетчатыя фермы для военныхъ ж. д. мостовъ не совсѣмъ удобны, такъ какъ сборка ихъ медленна, требуетъ опытныхъ рабочихъ, длиннаго лѣса и хорошихъ подмостей. Мостовыми прогонами могутъ служить: рельсы, металлическія балки и деревянныя брусья или бревна.

Число прогоновъ зависитъ отъ ихъ силы и отъ длины пролета и обыкновенно бываетъ 2—4 подъ одинъ путь.

Деревянные прогоны дѣлаются обыкновенно двойными по высотѣ, такъ какъ для одиночныхъ требуется очень толстый лѣсъ, тройные же очень высоки и неустойчивы. Для большей устойчивости и лучшей взаимной связи прогоны связываются между собою поперечными брусьями *a* (ф. 164), врубленными въ прогоны и служащими одновременно и шпонками для скрѣпленія между со-

бою брусьевъ одного прогона. При соединеніи этихъ поперечинъ съ брусьями прогоновъ въ тѣхъ и другихъ дѣлаются соотвѣтственныя врубки, препятствующія движенію ихъ вдоль и поперекъ прогоновъ. Брусья, составляющіе прогонъ стягиваются болтами. толщиною $^3/_4$—1 д., въ 2—3 ф. одинъ отъ другого, и проходящими не черезъ вышеупомянутые поперечные брусья, а между ними. Этими же болтами пользуются и для прикрѣпленія къ прогонамъ шпалъ.

Металлическія балки стягиваются между собою діагональными тягами изъ углового или полосового желѣза (ф. 165,г).

Прогоны располагаются надъ самыми сваями или стойками устоя и кладутся на подбалки или (рѣже) прямо на насадки. Подбалки позволяютъ удобнѣе стыкать прогоны двухъ смежныхъ пролетовъ и потому необходимы въ ж. д. мостахъ. На каменныхъ устояхъ подъ концы прогоновъ подкладываютъ одинъ или два лежня (мауерлата) изъ крѣпкаго дерева, высота и ширина которыхъ дѣлается около 0,7 поперечнаго размѣра брусьевъ прогона (ф. 166).

Металлическія балки въ небольшихъ мостахъ тоже кладутся на мауерлаты, въ большихъ—онѣ кладутся на подферменные камни. Для того-же чтобы такія балки могли измѣняться въ своей длинѣ при измѣненіи температуры, подъ концы ихъ подкладываютъ особыя подушки, состоящія изъ двухъ частей. Одна подушка называется *подвижной*, другая—*неподвижной*. Въ *подвижной*—верхняя часть ея, прикрѣпленная къ балкѣ, свободно скользитъ по нижней задѣланный въ устой (ф. 165 д.) Въ *неподвижной* подушкѣ снизу верхней ея части имѣется штырь въ видѣ зуба, который входитъ въ соотвѣтственное углубленіе нижней части подушки.

Въ большихъ мостахъ концы фермъ опираются на катки или балансиры.

Стыки брусьевъ прогоновъ должны приходиться надъ устоями. Обыкновенно нижніе брусья стыкаются надъ подбалкою, верхніе — надъ вершиною подкосовъ. Иногда прогоны смежныхъ пролетовъ кладутся въ переплетъ.

Мосты подкосной системы устраиваются подобно мостамъ подъ обыкновенныя дороги. Слѣдуетъ только избѣгать употребленія ригелей, такъ какъ при нихъ мосты менѣе жестки, подъ давленіемъ тяжелыхъ поѣздовъ скорѣе расшатываются. Кромѣ того, какъ было уже сказано выше, при подкосной системѣ съ ригелемъ давленіе

на устои значительно болѣе давленія на устои при подкосной системѣ безъ ригеля.

76. *Устои* врем. ж. д. мостовъ могутъ быть: каменные въ видѣ сплошныхъ быковъ, металлическіе, въ видѣ колонъ или рѣшетчатыхъ дамбъ, деревянные въ видѣ свай, стоекъ, козелъ, ряжей и т. п. Правила, указанныя выше въ § 68—72 должны быть соблюдаемы и при устройствѣ ж. д. мостовыхъ устоевъ; надо только еще болѣе заботиться о томъ, чтобы давленіе устоя на грунтъ не превышало предѣла сопротивленія послѣдняго сжатія (см. § 51—52).

При устройствѣ свайныхъ или другихъ стойчатыхъ устоевъ сваи и стойки должны быть такъ распредѣлены, чтобы давленіе моста распредѣлялось возможно равномѣрнѣе между ними, и чтобы каждый изъ прогоновъ былъ подпертъ сваею. Число свай опредѣляется по § 61. Въ каждомъ свайномъ ряду устоя, смотря по числу прогоновъ, помѣщается 2, 3 или 4 сваи. При большемъ числѣ свай онѣ размѣщаются въ нѣсколько рядовъ, причемъ самое число свай опредѣленное по разсчету на основаніи забивки пробной сваи, приходится иногда измѣнить, увеличивая число свай настолько, чтобы подъ каждымъ изъ прогоновъ приходилось по одинаковому числу свай, или же сообразно съ опредѣленнымъ числомъ свай измѣнить самое число прогоновъ. Сваи связываются между собою насадками и схватками, какъ было сказано въ § 68—70. При высокихъ устояхъ забиваются *откосныя* сваи *б*, въ которыя упираются подкосы *а*, вершина которыхъ упирается въ верхнюю часть крайнихъ свай (ф. 168). Если устои высоки и наращиваются болѣе одного раза, или если мостъ длиннѣе 15 саж. устои всегда составляются не менѣе, какъ изъ двухъ рядовъ свай, не взирая на то, что давленіе моста можетъ и не потребовать такого большого числа свай.

Въ приложеніи 7 указанъ способъ разсчета частей ж. д. мостовъ, а на чертежахъ фиг. 166—186 показаны нѣкоторые типы ж. д. мостовъ.

Ж. д. мосты узкоколейныхъ дорогъ устраиваются также какъ и для ширококолейныхъ только при малой ширинѣ колеи число мостовыхъ прогоновъ бываетъ обыкновенно два и не болѣе трехъ.

Нашимъ министерствомъ путей сообщенія установлены слѣдующія общія правила для устройства временныхъ желѣзнодорожныхъ мостовъ.

Балочные мосты съ двойными прогонами и подбалками дѣлаются при пролетахъ не болѣе 1 саж. Съ одиночными подкосами и подбалками—при пролетахъ не болѣе 3 саж. При пролетѣ 2—5 саж. прогоны должны быть подперты подкосами

черезъ каждую сажень. Пролеты болѣе 5 саж. допускаются только въ исключительныхъ случаяхъ.

Сваи, стойки, насадки, охранные брусья, прогоны и подбалки должны дѣлаться изъ круглаго сосноваго 6-вершковаго лѣса. Подкосы, схватки, въ которыя первые упираются—изъ 5-вершковаго лѣса. Прочія связи изъ 4-вершковаго лѣса или 6-вершковыхъ пластинъ.

Ледорѣзы должны располагаться отдѣльно отъ моста.

Если путь подходитъ къ мосту по кривымъ, то радіусъ послѣднихъ долженъ быть не менѣе 250 саж. и онѣ должны начинаться не ближе 15 саж. отъ моста. Диски располагаются не ближе 250 саж. отъ начала моста. При движеніи по мосту, поддувала паровозовъ должны быть закрыты; поѣзда должны идти съ малою скоростью и безъ торможенія.

На ф. 166 показаны типы однопролетныхъ мостовъ на каменныхъ устояхъ съ деревянными или металлическими балками. На ф. 165*b* показано укрѣпленіе шпалы къ металлической балкѣ. Если верхній поясъ достаточно широкъ, то это скрѣпленіе производится обыкновенными болтами. Если поясъ узокъ, то къ балкѣ приклепывается уголокъ, къ которому и прикрѣпляется шпала.

На фиг. 165*d* показано укрѣпленіе мауерлатовъ къ подферменнымъ камнямъ.

На фиг. 167—169 показаны свайные желѣзнодорожные мосты.

На фиг. 170—временной желѣзнодорожный мостъ на Кіево-Брестской желѣзной дорогѣ черезъ р. Стырь. Подробное описаніе устройства этого моста можно найти въ «Инженерномъ Журналѣ» за 1876 г. № 9.

На фиг. 171 показанъ мостъ системы Д. И. Журавскаго, примѣненной при возстановленіи Мстинскаго моста на Николаевской желѣзной дорогѣ. Длина пролета была 26 саж. Досчатая ферма состояла изъ двухъ треугольниковъ ABC и соединительной фермочки BBDD. Треугольникъ ABC состоялъ изъ 5 подкосовъ *a*, упиравшихся въ ноги быковъ. Подкосы поддерживались 8 наклонными схватками *б* и скрѣплялись съ быкомъ горизонтальными поясами *в*. Каждый подкосъ состоялъ изъ двухъ двойныхъ досокъ (11 × 3 д.) съ прокладкою *c* между ними такимъ образомъ, что толщина подкоса равнялась толщинѣ ноги быка. Стыки досокъ пригонялись къ центру болтовыхъ связей. Для большей жесткости доски подкосовъ были раскошены змѣйкой брусками *к*. Схватки *б* состояли каждая изъ двухъ досокъ $2^1/_2 \times 7$ д., связанныхъ съ быками болтами и охватывавшихъ подкосы *a* съ наружной стороны. Поверхъ ихъ проходили горизонтальные пояса *в* изъ досокъ $7 \times 3^1/_2$ д. Пересѣченіе *a*, *б* и *в* образовало узелъ, скрѣпленный 4 болтами $1—1^1/_4$ д. толщиною и усиленный дубовыми подушками, стянутыми болтами. Стыки досокъ *б* и *в* связывались двумя накладками съ 4 дубовыми шпонками и 4—1 д. болтами. Горизонтальные пояса скрѣплялись съ ногами быковъ 6 болтами. Верхній поясъ фермы состоялъ изъ досокъ 11 × 3 дюйм.

Для противовѣса треугольникамъ на оборотной сторонѣ быковъ устроены треугольники E.

Пролетъ былъ перекрытъ 3 фермами, раскошенными между собою горизонтальными и наклонными схватками изъ досокъ $2^1/_2 \times 1^1/_2$ д., скрѣпленными $^3/_4$ д. болтами.

Для сборки между быками были натянуты проволочные канаты съ подвижными блоками. Доски каждой фермы были заранѣе собраны, просверлены и пронумерованы. Сборка производилась частью предварительно собранными узлами, частью по доскамъ. Сначала были подняты верхніе узлы, ближайшіе къ быкамъ. Затѣмъ сборка шла съ нижнихъ частей къ верху, причемъ собранныя части поддерживали сами себя и служили подмостями для сборки верхнихъ частей.

Каждая ферма сбиралась въ теченіи около 6 дней, не смотря на сильнѣйшіе

морозы, доходившіе до 30—32° R. Вѣсъ фермы былъ около 1350 пуд. Временная нагрузка около 25 пуд. на 1 пуд. ф. фермы.

На ф. 172 показаны балочные мосты на Закаспійской желѣзной дорогѣ, на каменныхъ устояхъ и металлическихъ склепанныхъ сплошныхъ балкахъ, для пролетовъ 2—3 с.

На ф. 173—временной свайный мостъ черезъ р. Мургабъ на той же дорогѣ, длиною 36½ саж., о 13 пролетахъ длиною 2,35 -3,05. саж. Устои изъ 5 свай, изъ коихъ 2 откосныя. Мостъ этотъ одновременно служитъ и для обыкновеннаго сообщенія, почему ширина полотна была въ 3 саж.

На ф. 174—176 показаны типы желѣзнодорожныхъ мостовъ, разосланные Главнымъ Инженернымъ Управленіемъ въ части инженерныхъ войскъ для руководства. Подъ каждымъ устоемъ подписана величина наибольшаго давленія въ тоннахъ (61 п.), испытываемая устоемъ отъ временной нагрузки моста.

§ 77. Американскіе временные ж.-д. мосты отличаются большою простотою устройства, легкостью и экономичностью и потому весьма пригодны для военн. ж.-д. мостовъ.

Верхнее строеніе ихъ балочной системы состоитъ изъ 2, 4 или 6 прогоновъ, поддерживающихъ шпалы. на которыхъ укрѣплены рельсы.

Устои дѣлаются слѣдующихъ видовъ.

1) Козла (ф. 177) при высотѣ не болѣе 25 ф. дѣлаются въ видѣ обратнаго W. Вершины и подошвы ногъ врубаются въ перекладину и нижній лежень и посрединѣ схватываются горизонтальными схватками изъ пластинъ или толстыхъ досокъ. Лѣсъ употребляется круглый и только для лежней и перекладинъ отесывается на 2 канта. Толщина ногъ 9 д., перекладина 10 д., длина перекладины 16 ф. Толщина схватокъ 5—6 дюйм. Козла между собою схватываются продольными схватками. Если устои выше 25 ф., козла становятся въ 2 и болѣе ярусовъ, причемъ перекладина нижняго яруса служитъ лежнемъ для верхняго. На ф. 178 показанъ мостъ на такихъ козлахъ, устроенный черезъ р. Потомакъ-Крикъ во время междуусобной войны 1864 г.

2) Другой видъ козелъ показанъ на ф. 179. Эти козла состоятъ изъ 2 вертикальныхъ стоекъ, ось которыхъ совпадаетъ съ осью рельса и 2 наклонныхъ стоекъ съ заложеніемъ $^1/_5$—$^1/_6$ высоты. Разстояніе между фермами дѣлается около 2 с. Діаметръ стоекъ зависитъ отъ высоты фермъ (9—17 ф.) и можетъ быть опредѣленъ по правиламъ § 11. Стойки врубаются въ насадку и лежень и скрѣпляются діагональными схватками 5—6 д. толщины. Шпалы длиною 2 саж., брусчатыя 8×6 д. связываются по краямъ продольными брусьями, въ которые, равно какъ и на прогоны, онѣ

врубаются и кромѣ того къ первымъ прихватываются болтами. Каждый изъ 2 прогоновъ состоитъ изъ 2—3 брусьевъ 12×12 д., положенныхъ рядомъ и стянутыхъ болтами ф. 175. Устои большой высоты состоятъ изъ нѣсколькихъ ярусовъ фермъ, при этомъ на нижній ярусъ кладутся параллельно оси моста прогоны *д* подъ каждую стойку верхней формы (ф. 180). Прогоны врубаются въ насадку, а на нихъ кладется тоже съ небольшою врубкою лежень 2-го яруса фермы.

3) *Деревянный быкъ на рамѣ* (фиг. 181). Основаніемъ быку служитъ деревянная рама въ видѣ мнимыхъ закладныхъ пялецъ. Разстояніе между бревнами, параллельными оси моста 6 ф., перпендикулярными 10 ф. Каждый ярусъ быка высотою около 20 ф., состоитъ изъ 2 рамъ, связанныхъ каждая изъ двухъ круглыхъ стоекъ 9—12 д. толщины, связанныхъ посрединѣ одною горизонтальною доскою *а* и двумя діагональными *б*. Въ верхнихъ торцахъ стоекъ просверливались 2-хъ дюйм. дыры глубиною 6 дюйм. въ которыя вставлялись деревянные нагели, на которые насаживаются стойки слѣдующаго яруса. Насадки и лежни—изъ досокъ. По установкѣ рамы быка расшиваются досками и подпираются подкосами *в* изъ 9—12 д. бревенъ съ уклономъ около $^1/_8$ высоты.

Во всѣхъ случаяхъ, какъ при устройствѣ устоевъ американскаго типа, такъ и всякихъ другихъ, надо обратить вниманіе на то, чтобы давленіе ихъ на грунтъ не превышало сопротивленія послѣдняго сжатію (§ 51). Въ противномъ случаѣ надо основаніе устроить такъ, чтобы давленіе устоевъ передавалось на возможно большую площадь грунта. Для этого при маломальски хорошемъ грунтѣ достаточно подъ лежни козелъ или быковъ подложить рядъ поперечныхъ бревенъ, сдѣлать песчаную или булыжную подсыпку и т. п. При слабыхъ грунтахъ основаніемъ могутъ служить 4—7 вершковыя сваи. При этомъ при 7 саж. высотѣ моста и $2^1/_2$ саж. пролетахъ давленіе на сваю доходитъ до 10 пуд. на 1 кв. д. поперечнаго сѣченія ея.

На фиг. 182—185 показано устройство віадуковъ на нѣкоторыхъ американскихъ желѣзныхъ дорогахъ именно:

На ф. 182—віадукъ на ж. д. Union Pacific, на ф. 183—віадукъ Louisville па ж. д. Cincinatti-Lexington, на ф. 184—на ж. д. Philadelphia-Reading, на ф. 185—на ж. д. Central Pacific. Размѣры, показанные на чертежахъ, выражены въ сантиметрахъ (0,4 д.).

На фиг. 186—191 показаны нѣкоторые ж. д. мосты, возстановленные Германцами въ войну 1870—71.

*

На ф. 186—устой моста на р. Маасѣ въ Обервилье. Длина пролетовъ 10 метр. но впослѣдствіи пришлось подвести промежуточныя опоры, отчего пролетъ сократился вдвое.

На ф. 187—мостъ черезъ р. Марну между Шомономъ и Блэмомъ. Береговыя опоры—лежни на каменной кладкѣ, средняя опора—на квадратной рамѣ, положенной на уцѣлѣвшемъ быкѣ. Опора № 6—козелъ на сплошномъ рядѣ брусьевъ, положенныхъ на фашинной наброскѣ. Остальные 3 устоя—козла на каменномъ фундаментѣ. Козловыя стойки, подкосы, насадки сдѣланы изъ брусьевъ 10×10 дюйм. Подкосы въ пролетахъ изъ брусьевъ 10—14 д. въ сторонѣ. Мостовые прогоны изъ брусьевъ 15 д. въ сторонѣ. Общая длина моста 46,5 метровъ. Мостъ былъ возстановленъ въ 25 дней. Впослѣдствіи при наступившей оттепели мостъ этотъ былъ поврежденъ поднявшеюся водою.

Ф. 188—мостъ черезъ р. Орну въ Ричмондѣ. Дно рѣки выровнено каменною наброскою, на которую положены продольные лежни, на которые были поставлены козла высотою 4 метра. Длина возстановленной части 16 метровъ. Уцѣлѣвшіе каменные быки были потрясены взрывами, почему ихъ пришлось стянуть желѣзными связями. Мостъ былъ возстановленъ въ 15 дней.

Ф. 189—мостъ черезъ р. Марну въ Трильпорѣ имѣетъ 3 пролета въ 80 фут. каждый и 1 въ 15 фут. Для возстановленія его примѣнили ферму Гау изъ брусьевъ 16×10 д. Балки брусчатыя 10×10 д. Мостъ возвышался надъ уровнемъ воды на 40 ф. Мостъ былъ возстановленъ въ 6 недѣль. Работало 34 плотника.

Ф. 190—мостъ черезъ р. Марну въ Шалиферѣ. На утрамбованной землѣ поставлены двухъярусные козла въ 8 ф. одинъ отъ другого. Всѣ части козелъ сдѣланы изъ 12 д. брусьевъ; такихъ же размѣровъ и прогоны. Длина моста 35 метровъ.

Ф. 191—мостъ въ Uitry—сходенъ съ предыдущимъ.

79. *Суда.* Примѣненіе судовъ, плотовъ и другихъ плавучихъ снарядовъ для мостовыхъ устоевъ основывается на пользованіи свободною *подъемною силою* этихъ снарядовъ. Подъемною силою даннаго плавучаго снаряда называется разность между вѣсомъ воды, вытѣсняемой судномъ при погруженіи его до *ватеръ-линіи*, т. е. до той высоты, ниже которой не считаютъ возможнымъ погружать судно, и вѣсомъ воды, вытѣсняемой свободно плавающимъ, не нагруженнымъ судномъ.

Поэтому для опредѣленія подъемной силы судна надо опредѣлить объемъ его до ватерлиніи, умножить на вѣсъ воды въ единицѣ объема (1 куб. ф.=69 фн., 1 куб. саж.=590 пуд.) и изъ произведенія вычесть вѣсъ судна, который найдется, если объемъ подводной части ничѣмъ не нагруженнаго судна умножить на вѣсъ воды въ единицѣ объема.

Приблизительно подъемную силу даннаго судна можно опредѣлить такимъ образомъ: вычислить внутренній его объемъ и умножить его на плотность воды. Произведеніе и будетъ равно подъемной силѣ судна; или же нагрузить его людьми или инымъ грузомъ настолько, чтобы оно погрузилось до требуемой ватерлиніи. Вѣсъ,

введенный въ судно нагрузки, и будетъ равенъ свободной подъемной силѣ его.

80. Число судовъ, необходимыхъ для устройства моста зависитъ не только отъ длины послѣдняго, но и отъ: 1) длины переводинъ, чѣмъ опредѣляется число устоевъ, 2) подъемной силы судовъ—отъ этого зависитъ какъ длина пролета, такъ и число судовъ въ устоѣ, и 3) вѣса переправляемыхъ грузовъ.

81. Если суда устраиваются спеціально для военнаго моста, то конструкція ихъ дѣлается возможно проще. Обыкновенно онѣ дѣлаются плоскодонными и въ продольномъ и поперечномъ сѣченіяхъ имѣютъ видъ трапеціи или прямоугольника. Онѣ состоятъ изъ ряда *шпангоутовъ*, *а*, *а*, Фиг. 192 сдѣланныхъ изъ брусковъ $2^1/_2$—3 дюйм. въ квадратѣ, разставленныхъ въ разстояніи 1 —$1^1/_2$ ф. одинъ отъ другого и обшитыхъ снаружи досками, толщиною $^3/_4$—1 д., закраиваемыхъ въ четверть. Верхніе концы шпангаутовъ соединяются *бортовымъ брускомъ б*. Въ носовой и кормовой части судна поперегъ его укрѣпляютъ бруски *в*, округленнаго вида для наматыванія якорнаго каната. Съ наружной стороны судна въ борты ввинчиваются кольца, для пропуска канатовъ, скрѣпляющихъ между собою суда двухъ смежныхъ устоевъ. Въ бортовыхъ брускахъ просверливаютъ отверстія для вставки уключинъ. На рѣкахъ, подверженнымъ волненію, носовая часть судна снабжается козырькомъ изъ брезента или кожи, поддерживаемыхъ брусчатымъ каркасомъ *д*. Суда конопатятся и осмаливаются. Подробности устройства такихъ судовъ, или какъ принято ихъ называть,—понтоновъ показаны на ф. 192—193.

Размѣры понтона зависятъ отъ требуемой подъемной силы т. е. отъ величины переправляемыхъ грузовъ и отъ предполагаемой длины пролетовъ моста. Длина понтона обыкновенно дѣлается не болѣе тройной ширины проѣзжей части моста. Ширина понтона—около двойной его высоты. Высота его должна быть такова, чтобы ватерлинія отстояла отъ верхней грани на 15—20 дюйм.

Если мостъ устраивается на судахъ, собранныхъ на рѣкѣ, то для приданія ему надлежащей прочности необходимо, чтобы суда были приблизительно одинаковой подъемной силы, однообразнаго вида и одинаково возвышались надъ водою. Если суда неодинаковыхъ размѣровъ, то обладающія большею подъемною силою располагаются около пристаней, такъ какъ при въѣздѣ на мостъ послѣдній испытываетъ болѣе сильные толчки. Болѣе легкія суда распо-

лагаются на фарватерѣ. Если борты неодинаковой высоты, суда уравниваются нагрузкою ихъ балластомъ.

82. Подготовленіе судовъ къ наводкѣ моста заключается въ слѣдующемъ: 1) въ осмотрѣ судовъ, 2) въ конопаткѣ и осмолкѣ ихъ, 3) въ укрѣпленіи и наращиваніи въ случаѣ надобности бортовъ, 4) въ приспособленіи къ наводкѣ и закрѣпленію канатовъ, 5) въ предохраненіи отъ захлестыванія волною (козырки и покрытіе палубой) и принятіи мѣръ для откачиванія воды и 6) въ приспособленіи судовъ къ принятію настилки моста.

1) Осмотръ судовъ и удостовѣреніе въ ихъ прочности достигается пробою дерева обшивки и шпангоутовъ инструментами и погруженіемъ судовъ въ воду до ватерлиніи, наблюдая при этомъ скорость просачиванія воды и мѣста, гдѣ таковая происходитъ.

2) Для конопатки пенька свивается въ видѣ веревки загоняемой въ щели деревянными конопатками въ видѣ долотъ, и такими же колотушками. Конопатка должна производиться одновременно вдоль всей щели, и пенька должна загоняться въ щели не съ одного удара, а постепенно.

Для осмолки употребляется деготь или каменноугольная смола. Послѣдняя предпочтительнѣе, такъ какъ она хорошо предохраняетъ щели отъ просачиванія воды. Чтобы суда были менѣе замѣтны издали, полезно окрасить ихъ въ черный цвѣтъ.

3) Укрѣпленія и наращиваніе бортовъ производится, скрѣпляя болтами новые брусья, накладываемые на старые борты или обшивку. Наращиваніе бортовъ дѣлается, надставляя шпангоуты или приставляя новые, болѣе высокіе, къ старымъ и скрѣпляя ихъ между собою болками (ф. 194).

4) Для наводки и закрѣпленія канатовъ на судахъ устраиваются рули, прикрѣпляютъ блоки, иногда устраиваютъ вороты. Вмѣсто блоковъ можно также укрѣплять поперечные бруски, округленнаго вида.

5) Объ устройствѣ козырковъ было сказано выше. Для откачиванія же воды заготовляютъ насосы, ковши съ длинными ручками (ф. 195) и т. п.

6) Переводины могутъ опираться на борты или на дно судна.

Въ первомъ случаѣ удобнѣе всего расположить переводины такъ, какъ указано на ф. 196, т. е. на борты судна поперекъ его укладываютъ подкладки *а*, на которыя кладется лежень *б*, служащій опорою для переводинъ. Чтобы переводины во время качки

не могли соскочить съ лежня, онѣ скрѣпляются съ нимъ хомутами или же снабжаются зубьями *в* (ф. 197).

Если переводины кладутся прямо на борты судна, онѣ должны опираться на 4 и въ крайнемъ случаѣ на 3 борта (фиг. 198). Слѣдуетъ избѣгать опирать переводины лишь на 2 борта.

Если переводины опираются на дно судна, то на дно судна устанавливаютъ козелъ, опирающійся на шпангоуты судна. Подъ ноги козла подводится рама съ небольшими вырѣзами для шпангоутовъ, препятствующими козлу двигаться вдоль судна. Чтобы козелъ не могъ двигаться или наклоняться поперекъ судна, ноги его схватываются съ бортовыми шпангоутами-распорками. Перекладина козла служитъ опорою для переводинъ (фиг. 199).

Вмѣсто козла по дну судна кладутъ лежни, связанные между собою поперечинами. Въ лежни вставляютъ стойки, соединяемыя по верху насадками. Для устойчивости и жесткости стойки связываются между собою крестами. Число рядовъ стоекъ и насадокъ дѣлается 2—3. Насадки соединяются поперечинами, на которыхъ кладется лежень, служащій опорою переводинъ.

Во всякомъ случаѣ при устройствѣ тѣхъ или иныхъ приспособленій, надо обращать вниманіе на то, чтобы внутренность судна возможно менѣе загромождалась и чтобы въ случаѣ нужды легко можно было проникнуть во всѣ части судна, что особенно важно для задѣлки щелей и другихъ отверстій, которыя могутъ образоваться въ обшивкѣ судна и черезъ которыя можетъ просачиваться вода внутрь послѣдняго.

83. При устройствѣ судовыхъ мостовъ на судоходныхъ рѣкахъ необходимо дѣлать въ нихъ *выводные паромы*. Выводной паромъ, смотря по величинѣ отверстія, необходимаго для пропуска судовъ, дѣлается изъ двухъ или трехъ лодокъ. Устройство его вообще ничѣмъ не отличается отъ устройства остальной части моста. Надо обратить только вниманіе на прочное соединеніе его съ неразводною частью моста. Для этого суда выводнаго парома и неразводной части сближаются между собою и концы переводинъ, нѣсколько выступающіе за борты судовъ, скрѣпляются между собою лобовыми брусьями *а*, насаживаемыми на шипы переводинъ (фиг. 200).

Для соединенія парома съ неразводною частью моста служатъ *два вспомогательныхъ бруса б, б*, укладываемые съ внѣшней стороны около крайнихъ переводинъ и скрѣпляемые съ послѣдними

штропами. На стыки пожилинъ парома и неразводной части накладываются короткія (около 8 ф.) пожилины, которыя посредствомъ хомутовъ и клиньевъ скрѣпляются съ переводинами.

Выводные паромы ставятся обыкновенно на фарватерѣ и удерживаются верховыми и низовыми якорями. Суда выводнаго парома полезно снабжать рулями.

Выводъ парома изъ линіи моста дѣлается слѣдующимъ образомъ: канаты низовыхъ якорей отвязываютъ и передаютъ на неразводную часть; затѣмъ паромъ спускаютъ, удерживаясь на верховыхъ якоряхъ. Если канаты послѣднихъ коротки, то для этой цѣли употребляютъ другіе канаты, закрѣпленные на выводномъ паромѣ и удерживаемые людьми, стоящими на неразводной части. Затѣмъ, отпуская одинъ канатъ и натягивая другой, заводятъ паромъ за одну изъ сторонъ моста.

Для ввода парома въ линію моста сначала спускаютъ его нѣсколько внизъ, стараясь при этомъ установить его противъ средины пролета, для чего управляютъ надлежащимъ образомъ канатами, удерживаемыми людьми на неразводной части. Затѣмъ помощью тѣхъ же канатовъ втягиваютъ паромъ въ линію моста, передаютъ на него канаты верховыхъ и низовыхъ якорей и закрѣпляютъ послѣдніе.

84. *Наводка судовыхъ мостовъ.* Общія подготовительныя работы къ наводкѣ судовыхъ мостовъ заключается въ слѣдующемъ: разбивка помощью вѣхъ оси моста и якорной линіи, устройство спусковъ къ мосту, устройство пристаней и закидываніе якорей.

Разбивка на берегу оси моста и якорной линіи дѣлается помощью высокихъ вѣхъ, шестовъ, флаговъ. Объ удаленіи якорной линіи отъ оси моста см. ниже § 91. Объ устройствѣ спусковъ уже было сказано въ § 54.

Пристани устраиваются или на постоянныхъ или на плавучихъ устояхъ. На рѣкахъ съ сильно мѣняющимся ординаромъ послѣдніе удобнѣе. На самомъ берегу мостовыя переводины опираются или на береговой лежень или для поддержанія ихъ забиваются сваи, смотря по грунту. Слѣдуетъ только обратить вниманіе на то, чтобы пристани и оконечности моста на берегу и спуски не заливались водою.

Закидываніе якорей лучше производить съ отдѣльной лодки. При этомъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы якоря закидывались на якор-

ной линіи и на такихъ мѣстахъ, чтобы якорные канаты шли къ судамъ параллельно теченію, а не составляли бы съ нимъ уголъ.

Самая наводка моста можетъ производиться: 1) вводомъ по одной плавучей опорѣ по теченію или противъ теченія. Вводъ противъ теченія удобнѣе при большихъ скоростяхъ теченія, т. к. при этомъ суда легче и скорѣе могутъ быть установлены на мѣста и не могутъ навалиться на готовую часть моста, за то этотъ способъ требуетъ большой силы.

Самая наводка производится или помощью пароходовъ или бичевою.

Наводка внизъ по теченію тоже производится пароходами или помощью людей, которые непремѣнно должны помѣщаться на самой опорѣ и удерживаться за канаты, привязанные къ якорямъ.

2) Вводомъ плавучихъ опоръ, соединенныхъ заранѣе въ паромы и 3) поворотомъ цѣлаго моста.

Оба послѣдніе способа употребляются очень рѣдко, т. к. возможны только при отсутствіи мелей, малой скорости теченія, большомъ обиліи канатовъ и требуютъ весьма опытныхъ рабочихъ. Въ общемъ способы эти ничѣмъ не отличаются отъ подобныхъ-же наводокъ понтонныхъ мостовъ, описанныхъ ниже.

85. Закрѣпленіе плавучихъ опоръ на мѣстѣ дѣлается помощью якорей. Для взаимной-же связи укладывается на верховыя стороны опоръ продольный канатъ, идущій вдоль всего моста съ одного берега на другой и наматываемый на берегахъ на вороты; смежныя опоры соединяются между собою перекрестными канатами или деревянными распорками.

Выгоды судовыхъ мостовъ заключаются въ томъ, что даютъ возможность сравнительно легко устраивать переправы черезъ глубокія рѣки, наводка этихъ мостовъ при готовыхъ судахъ можетъ быть произведена гораздо скорѣе постройки моста на постоянныхъ опорахъ и разводка ихъ настолько-же легка и быстра, какъ и наводка. За то они обладаютъ и большими недостатками; сильно страдаютъ отъ выстрѣловъ и легко могутъ быть затоплены непріятельскими снарядами, подвержены качкѣ и захлестыванію водою, уровень полотна постоянно измѣняется съ измѣненіемъ горизонта воды, что влечетъ за собою необходимость перерывать движеніе по мосту для передѣлки (подъема или опусканія) береговыхъ пристаней. Наконецъ, такіе мосты удерживаются на мѣстѣ только якорями и якорными канатами, а потому во время ледохода должны сниматься.

86. *Плоты.* Мосты на плотахъ удобны тѣмъ, что могутъ быть устроены весьма скоро, не требуютъ особыхъ приспособленій и искусныхъ рабочихъ.

Число бревенъ въ плотѣ зависитъ отъ требуемой подъемной силы плота и отъ размѣровъ самихъ бревенъ. Подъемная сила плота равна суммѣ подъемныхъ силъ бревенъ, составляющихъ плотъ.

Подъемная сила бревна, равная его объему умноженному на разность вѣсовъ воды и дерева въ единицѣ объема, отъ долгаго пребыванія бревенъ въ водѣ уменьшается на 25%. Поэтому если объемъ бревна въ куб. фут. назовемъ черезъ V., вѣсъ воды въ 1 куб. ф.=69 ф., вѣсъ 1 куб. ф. дерева можно принять равнымъ 1 пуд., подъемная сила S бревна будетъ:

$$S={}^3/_4 V\ (69-40)\ \text{фн.} = 22V\ \text{фн.} = 0{,}55V\ \text{пуд.}$$

Если длину бревна назовемъ черезъ l, діаметръ въ толстомъ концѣ черезъ D, въ тонкомъ—d, то объемъ бревна будетъ равенъ: если принять бревно за усѣченный конусъ—$V=\frac{1}{3}\ \frac{\pi}{4}\ (D^2+dD+d^2)$

» » » » цилиндръ—$V=\frac{\pi l}{16}\ (D+d)^2$

Если черезъ c обозначимъ окружность средняго сѣченія бревна то объемъ его, $V=\frac{lc^2}{4\pi}=0{,}08\ lc^2$.

Смолистыя породы—ель, сосна, пихта менѣе впитываютъ воду, нежели не смолистыя, а потому для плотовъ онѣ предпочтительнѣе.

Особенно выгодна пихта, такъ какъ ея удѣльный вѣсъ менѣе другихъ породъ.

Въ концѣ книги въ таблицѣ 10 приведены объемы бревенъ и досокъ, ихъ вѣсъ и подъемная сила.

Для плотовъ выгоднѣе брать болѣе длинныя бревна, т. к. они обладаютъ большею подъемною силою и связанный изъ нихъ плотъ выходитъ болѣе узкимъ, а слѣдовательно и менѣе стѣсняетъ живое сѣченіе рѣки. Кромѣ того онъ требуетъ менѣе связныхъ брусьевъ и слѣдовательно выходитъ легче плотовъ, составленныхъ изъ короткихъ бревенъ.

87. При вязкѣ плота бревна располагаются въ немъ комлевыми концами въ одну, а вершинными въ другую сторону или же попеременно комлями то въ одну, то въ другую сторону. На быстрыхъ рѣкахъ первое расположеніе предпочтительнѣе, такъ какъ при этомъ плотъ представляетъ меньше сопротивленія теченію. На

мѣстахъ съ слабымъ теченіемъ или вовсе безъ теченія, даже если онѣ подвержены волненію выгоднѣе второе расположеніе бревенъ.

Бревна въ плоту должны располагаться возможно плотнѣе одно къ другому, такъ какъ такой плотъ представляетъ меньшее сопротивленіе теченію и слѣдовательно менѣе стѣсняетъ живое сѣченіе и не требуетъ такихъ толстыхъ якорныхъ канатовъ, какъ плоты, въ которыхъ оставлены большіе промежутки между бревнами.

Для уменьшенія сопротивленія теченію бревна плотовъ съ верховой стороны располагаются въ видѣ исходящаго угла (со стрѣлкою $^1/_4$—$^1/_2$ ширины плота). Снизу верховые концы бревенъ срѣзаются на нѣтъ для того, чтобы предметы, натыкающіеся на плотъ, не задерживались, а проносились теченіемъ подъ нимъ.

Если для вязки плотовъ имѣются только короткія бревна, то на слабомъ теченіи или при полномъ отсутствіи его вяжутся квадратные плоты и даже болѣе широкіе, чѣмъ длинные, наводя изъ нихъ мостъ лишь съ малыми промежутками между плотами или вовсе даже безъ промежутковъ.

На быстромъ теченіи приходится бревна сращивать по длинѣ. Лучшее соединеніе бревенъ получается, срѣзывая концы (одинаковаго діаметра) бревенъ въ полдерева и соединяя ихъ двумя болтами, или болтомъ и двумя хомутами, или одними хомутами, или-же веревками. Сращивать лучше комлями (ф. 201).

Двухъярусные плоты независимо отъ трудности ихъ вязки неудобны еще тѣмъ, что на нихъ осаждается столь большое количество наносовъ, что они скоро теряютъ всю свою подъемную силу.

Соединеніе бревенъ въ плотъ дѣлается съ помощью особыхъ поперечныхъ, такъ называемыхъ связныхъ брусьевъ, накладываемыхъ на бревна плота въ разстояніи $1—1^1/_2$ с. одинъ отъ другого и скрѣпляемыхъ съ бревнами плота.

Послѣднее дѣлается различно: 1) болтами, $^1/_2$—$^3/_4$ д. толщиною, пропущенными сквозь бревна и связные брусья. фиг. 205*а*. Такое соединеніе болѣе прочное, за то болѣе медленное и требующее болѣе опытныхъ рабочихъ, чѣмъ 2) соединеніе желѣзными скобами фиг. 205 *г а*, которыя при волненіи разщепляютъ дерево и сами ломаются. 3) Помощью крѣпкихъ деревянныхъ (дубовыхъ) нагелей $^3/_4$—1 д. толщиною (фиг. 205*б*), загоняемыхъ сквозь связные брусья до половины толщины бревенъ, 4) помощью веревокъ, около 2 д. въ окружности или 5) хворостяныхъ вицъ (фиг. 205*в*).

Оба послѣдніе способа неудобны тѣмъ, что веревки и вицы вытягиваются и скоро загниваютъ.

Бревна, назначенныя для вязки плотовъ, могутъ встрѣчаться на мѣстѣ постройки, сложенными на берегу — это лучше всего, связанными въ плоты, какъ онѣ обыкновенно сплавляются по рѣкамъ, или въ видѣ отдѣльныхъ бревенъ, сплавленныхъ къ мѣсту назначенія *дикимъ* сплавомъ, т. е. отдѣльными бревнами. Въ послѣднемъ случаѣ надо обратить вниманіе, чтобы бревна не были унесены теченіемъ. Если-же предвидится опасность отъ повышенія воды, то лучше всего выгрузить бревна на незатопляемый берегъ.

Самая вязка плотовъ можетъ производиться на берегу или на водѣ. Въ первомъ случаѣ на берегу, перпендикулярно рѣкѣ, кладутъ два бревна или слеги, нижніе концы которыхъ должны входить въ воду на глубину до 2 футъ. На эти слеги накатываютъ бревна плота, накладываютъ связные брусья и связываютъ плотъ. По концамъ бревенъ заколачиваютъ колья для удержанія бревенъ отъ скольженія въ воду. Бревна плотовъ очищаются отъ коры. Для спуска плота въ воду подрубаютъ колья, поливаютъ слеги водою, и помощью рычаговъ и воротовъ стаскиваютъ плотъ въ воду (ф. 203).

Хотя этотъ способъ и удобнѣе для рабочихъ, но онъ невыгодно отзывается на прочности плотовъ, которые при спускѣ расшатываются. Самый спускъ плота требуетъ большого числа рабочихъ и большой осторожности. Поэтому вязка плотовъ на водѣ (ф. 204) предпочтительнѣе: здѣсь бревна уже сразу принимаютъ то положеніе, въ которомъ они остаются навсегда. За то здѣсь люди должны работать, стоя въ водѣ, почему глубина послѣдней должна быть не болѣе 3—4 ф. Послѣдній способъ состоитъ въ томъ, что связываютъ сначала остовъ плота, а потомъ вводятъ въ него постепенно бревна.

89. По окончаніи вязки плотовъ для надлежащаго расположенія оси моста слѣдуетъ опредѣлить положеніе центра тяжести плота. Для этого поступаютъ такимъ образомъ: въ хвостѣ плота и поперегъ его ставятъ 6—8 человѣкъ и постепенно подвигаютъ ихъ къ срединѣ плота, пока послѣдній не приметъ горизонтальнаго положенія. Очевидно центръ тяжести плота будетъ находиться въ вертикальной плоскости, проходящей черезъ то мѣсто, гдѣ стоятъ въ этотъ моментъ люди.

Для уравновѣшиванія давленія якорнаго каната на носъ плота

ось моста отодвигаютъ отъ центра тяжести фута на $1^1/_2$ въ кормѣ плота.

Для закрѣпленія якорнаго каната на плотахъ располагаютъ вертикальныя стойки или вороты. Послѣдніе состоятъ (ф. 202) изъ станка и вала. Станокъ состоитъ изъ 2 лежней и 4 подушекъ. Лежни прикрѣпляются къ связнымъ брусьямъ или къ бревнамъ плота скобами. Нижній рядъ *б* подушекъ прочно скрѣпляется съ лежнями, а верхній *в*—съ нижнимъ помощью болтовъ. Въ подушкахъ сдѣланы вырѣзы для концовъ вала, на которомъ сдѣлано нѣсколько сквозныхъ отверстій для вставленія аншпуговъ.

Для предохраненія настилки моста отъ захлестыванія водою во время волненія ее приподнимаютъ нѣсколько надъ горизонтомъ воды (ф. 206). Для этого на связные брусья кладутъ параллельно оси плота 2—3 *подкладныхъ* бруса, такой длины, чтобы они лежали не менѣе, какъ на 4 связныхъ брусьяхъ, съ которыми они скрѣпляются болтами, скобами или хомутами. Подкладные брусья укладываются или только надъ крайними бревнами плота или же надъ крайними и надъ среднимъ. Подкладные брусья служатъ опорою для переводинъ. Лучше если переводины доходятъ до средины плота. Если же длина ихъ не позволяетъ этого-то, переводины заходятъ не много за крайніе подкладные брусья, пролетъ же на плоту между этими брусьями перекрывается *смычными* брусьями *в* (фиг. 206). Переводины охватываютъ подкладные брусья вставными зубьями или привязываются къ нимъ веревками. Переводины двухъ смежныхъ пролетовъ скрѣпляются между собою болтами (горизонтальными) и выпускные ихъ концы скашиваются для того, чтобы ударяя во время волненія въ настилку они не разстраивали ее. На переводины кладется настилка по общему способу.

Разстояніе между крайними бревнами двухъ смежныхъ плотовъ бываетъ 3—$10^1/_2$ ф.

Плоты утверждаются на мѣстѣ якорями. Съ низовой стороны якоря закидываютъ съ каждаго плота только при сильномъ волненіи. Вдоль моста, какъ и въ судовыхъ мостахъ, протягиваютъ продольный канатъ. Для того, чтобы разстояніе между плотами не измѣнялось, носы и кормы ихъ соединяютъ брусьями, которые прикрѣпляются къ плотамъ не мертвою скрѣпою, а такимъ образомъ, чтобы они допускали нѣкоторую качку плотовъ. Напримѣръ, на концахъ брусьевъ крюки, захватывающіе кольца, вбитыя въ бревна плотовъ.

90. Наводка плотовыхъ мостовъ производится обыкновенно по одному плоту вверхъ или внизъ по теченію. При наводкѣ вверхъ по теченію плотъ можетъ тянуться бичевами людьми, стоящими на готовой уже части моста или-же люди помѣщаются на самомъ плотѣ и подтягиваясь на якорныхъ канатахъ, для чего приходится забрасывать особые якоря (заводи). Этотъ послѣдній способъ надежнѣе, за то онъ медленнѣе и требуетъ закидыванія запасныхъ якорей. Лучше всего наводить плотовые мосты помощью пароходовъ.

Наводка по теченію производится такъ же, какъ и судовыхъ мостовъ, но на быстрыхъ рѣкахъ надо обратить при этомъ вниманіе на то, чтобы 1) были сильные якоря, 2) якоря бросались съ запасомъ, т. е. нѣсколько выше того мѣста, гдѣ они должны окончательно находиться, 3) якорные канаты были предварительно закрѣплены на плотахъ, такъ какъ при сильномъ теченіи нельзя удержаться на рукахъ людей, 4) якорные канаты не должны закрѣпляться мертвыми узлами, а такъ, чтобы всегда можно было отдать или подтянуть ихъ и 5) чтобы при быстрыхъ поворотахъ плота не сбросило людей въ воду.

Разводка мостовъ производится въ порядкѣ обратномъ наводкѣ.

Плотовые мосты выгоднѣе судовыхъ потому, что меньше страдаютъ отъ выстрѣловъ, строятся легко и скоро, представляютъ меньшее сопротивленіе теченію, не требуютъ содержанія водоотливовъ и не затопляются отъ дождя или сильной качки.

Мостъ черезъ Севастопольскій рейдъ, построенный во время обороны Севастополя въ 1855 г. (ф. 207).

Означенный мостъ былъ построенъ для сообщенія между Сѣверною и Южною сторонами С-ля и имѣлъ длину до 450 саж. и состоялъ изъ 86 плотовъ. Каждый плотъ кромѣ одного средняго служившаго выводнымъ паромомъ и состоявшаго изъ 17 бревенъ, состоялъ изъ 13 бревенъ длиною 6 саж. и толщиною въ отрубѣ 7 вершк. въ комлѣ 10 в. Длина плота 8 саж., ширина 4 саж. Концы (тонкіе) бревенъ выдвигались въ обѣ стороны отъ средины плота для того, чтобы дать плоту больше устойчивости и достигнуть наименьшей качки его. Между бревнами были оставлены промежутки около 1 фута. Всѣ 13 бревенъ связаны были между собою 9 связными брусьями, толщиною 4 вершка. Средній связной брусъ прикрѣплялся къ бревнамъ 6-ю заершенными скобами и 7-ю заершенными гвоздями, остальные прикрѣплялись къ толстымъ концамъ бревенъ ершами, къ тонкимъ—гвоздями. Выпущенные концы бревенъ соединялись особыми связными брусьями. Разстояніе между плотами, въ свѣту—1 саж., перекрывались 6 брусьями длиною 19 ф. и 2 мя—16 фут. распорными. Брусья прикрѣплялись къ третьимъ бревнамъ отъ края плотовъ помощью двухъ накрестъ положенныхъ

тросовыхъ закрутней, а на крайнія бревна—насаживались на болты, входившіе въ воронкообразныя дыры. Кромѣ того на первомъ и второмъ бревнѣ отъ края были сдѣланы срѣзы подъ угломъ въ 3°. Всѣ эти мѣры были приняты съ цѣлью предохранить отъ разстройства мостовую настилку и брусья отъ поломки во время качки.

На самомъ плоту переводинами служили связные брусья. Настилка прикрѣплялась пажилинами и гвоздями. Каждый плотъ удерживался на мѣстѣ двумя якорями, якорные канаты привязывались къ крайнимъ связнымъ брусьямъ.

Мостъ этотъ съ полнымъ успѣхомъ выполнилъ свое назначеніе. Всѣ попытки непріятеля разрушить его оказались неудачными, такъ какъ поврежденія тотчасъ-же исправлялись.

91. Плавучія опоры мостовъ удерживаются на мѣстѣ и въ должномъ направленіи помощью верховыхъ и низовыхъ якорей. Верховые якоря препятствуютъ теченію сносить опоры, низовыя же—удерживаютъ мостъ отъ дѣйствія низоваго вѣтра и волнъ.

Обыкновенный якорь состоитъ изъ *веретена или стебла* (ф. 208), *развилины о двухъ лапахъ* и *штока*, равнаго по длинѣ веретену и перпендикулярнаго къ плоскости лапъ. На верхнемъ концѣ стебла находится кольцо или рымъ, къ которому привязывается якорный канатъ или *перлинь* особымъ, такъ называемымъ якорнымъ узломъ (фиг. 240 з). Вѣсъ якоря зависитъ отъ величины подъемной силы судна и скорости теченія и приблизительно можетъ быть принятъ на рѣкахъ со скоростью не болѣе 6—7 футъ равнымъ для небольшихъ судовъ, нагрузка которыхъ не болѣе 1500 пуд. въ $^1/_{180}$ ихъ наибольшей нагрузки, а для болѣе тяжелыхъ—въ $^1/_{250}$—$^1/_{300}$ ихъ наибольш. нагрузки. При наводкѣ мостовъ на быстрыхъ рѣкахъ закидываніе якоря считается дѣйствіемъ очень важнымъ, такъ какъ только съ помощью его плавучій мостъ въ состояніи сопротивляться теченію. Мостъ съ дурно закинутыми якорями оказываетъ столь малую устойчивость, что при переправѣ черезъ него тяжестей можетъ быть разорванъ или якоря сойдутъ съ мѣста или лопнутъ канаты.

Якорь считается тогда только хорошо закинутымъ, если: 1) одна изъ его лапъ углубилась въ дно рѣки, 2) канатъ дѣйствуетъ на якорь въ направленіи, почти горизонтальномъ, 3) канатъ идетъ по направленію теченія.

1) При закидываніи якоря самая тяжелая часть его, т. е. развилина падаетъ на дно рѣки и почти одновременно штокъ упирается въ дно своимъ концомъ. Усиліе, скручивающее якорный канатъ, стремится вращать веретено около его оси, а вмѣстѣ съ нимъ и штокъ, отчего послѣдній падаетъ на землю и чрезъ это одна изъ лапъ якоря зарывается въ грунтъ. Лапа якоря, какъ по-

казала практика, всегда будетъ углубляться въ грунтъ, если только изъ лодки, закидывающей якорь, будутъ тащить канатъ и если горизонтальная проекція послѣдняго не менѣе двойной вертикальной.

2) Удобнѣе, если длина якорнаго каната въ 10 разъ болѣе глубины (вѣрнѣе— превышенія борта судна надъ дномъ рѣки) рѣки, при этомъ канатъ съ поверхностью воды составитъ уголъ 5°45′.

При болѣе короткихъ канатахъ носовая часть судна значительно углубляется въ воду, отчего теряется устойчивость моста.

3) Условіе необходимо соблюдать, потому что иначе канатъ, составляя уголъ съ направленіемъ теченія, понуждаетъ опору выйти изъ своего мѣста, теченіе же, дѣйствуя на канатъ непрерывно, увеличиваетъ его напряженіе.

Лучше всего, если каждая опора удерживается своимъ верховымъ якоремъ. Только при очень слабомъ теченіи можно якорями укрѣплять не каждую опору, а черезъ одну или черезъ двѣ.

92. При недостаткѣ якорей или при скалистомъ днѣ или наконецъ при днѣ песчаномъ или иловатомъ, куда якоря уходятъ совсѣмъ, ихъ замѣняютъ слѣдующими приспособленіями.

а) При слабомъ теченіи и не широкой рѣкѣ (до 50 саж.) съ верховой стороны съ одного берега на другой протягиваютъ канатъ. Канатъ этотъ натягивается слабо и поддерживается поплавками. Сопротивленіе этого каната тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе стрѣла его изгиба (фиг. 209).

б) Иногда привязываютъ прямо къ берегу канаты, идущіе отъ опоръ, стараясь дать направленіе этимъ канатамъ возможно болѣе близкое къ направленію теченія (ф. 210). При этомъ способѣ очевидно вовсе не соблюдено третье условіе хорошо закинутаго якоря.

в) Если берегъ скалистый, канатъ закрѣпляется, какъ указано на ф. 211.

г) Если рѣка шире 50 саж., то якоря замѣняются искусственными якорями, напр. большими камнями, въ которыхъ высверливаютъ гнѣзда, куда вставляютъ чугунные клинья (ф. 212).

д) или употребляютъ корзины коническія или шарообразныя (ф. 213).

е) или пользуются колесами (ф. 214).

ж) Употребляютъ также дубовые или рыбацкіе якоря, составленные изъ двухъ дугообразныхъ деревянныхъ частей скрѣпленныхъ подъ прямымъ угломъ. Четыре бруска плотно запущены однимъ концомъ въ дуги, а другіе ихъ концы сходятся къ кольцу или петлѣ (ф. 215).

з) На ф. 216 показанъ якорь, составленный изъ кирокъ и мотыкъ.

и) Въ 4 Сап. бриг. былъ испытанъ якорь изъ рельса (ф. 217). Къ 18 ф. рельсу помощью желѣзной проволоки и клиньевъ *а* были привязаны 5 паръ деревянныхъ брусковъ длиною 12 верш., заостренныхъ съ обоихъ концовъ. Дыры по концамъ рельса служили для закрѣпленія якорнаго каната. Такой рельсъ служилъ якоремъ для двухъ устоевъ.

Кромѣ того якоря можно составлять изъ боронъ съ длинными желѣзными зубьями и тому подобныхъ предметовъ.

93. Якорные канаты употребляются преимущественно пеньковые, хотя они съ успѣхомъ могутъ быть замѣняемы проволочными. Толщина якорнаго каната зависитъ отъ скорости теченія, размѣровъ и вида поперечнаго сѣченія подводной части судна и отъ плотности воды. На рѣкахъ со скоростью теченія не болѣе 10 ф. въ секунду и при поперечномъ сѣченіи вида прямоугольника или трапеціи площадь поперечнаго сѣченія *пеньковаго* якорнаго каната должна быть не менѣе $^1/_{2000}$ площади поперечнаго сѣченія судна при погруженіи его до ватеръ-линіи.

О сопротивленіи пеньковыхъ и проволочныхъ канатовъ см. § 48.

Для ослабленія силы ударовъ, передаваемыхъ судномъ якорному канату и обратно, существуютъ особые приборы. Для того, чтобы дать понятіе объ устройствѣ такихъ приборовъ, опишемъ здѣсь приборъ Закса (Stossfänger von Sacks ф. 218). Онъ состоитъ изъ шестиугольной рамки, охватывающей стальную спиральную пружину. Бока рамки соединены между собою шарнирами. Крюкъ *а* и кольцо *б* могутъ служить для прикрѣпленія этого прибора съ одной стороны къ понтону или судну, съ другой къ якорному канату. Такимъ образомъ толчокъ, полученный судномъ или канатомъ, прежде, чѣмъ передаться далѣе, вытягиваетъ рамку прибора и заставляетъ сжаться упругую спиральную пружину. Вѣсъ прибора около 5 фн.

Мосты, возимые за войсками въ мостовыхъ паркахъ.

94 Кромѣ общихъ условій, которымъ должны удовлетворять всѣ военные мосты вообще, мосты, возимые за войсками или *переносные* должны удовлетворять еще слѣдующимъ условіямъ. Они должны давать возможность устраивать переправы черезъ всякія препятствія какъ сухія, такъ и водныя; должны имѣть малый вѣсъ, разбираться на такія части, которыя легко могутъ переноситься небольшимъ числомъ людей и легко и удобно возиться на повоз-

кахъ по всякаго рода дорогамъ слѣдовательно части эти не должны быть очень длинными и тяжелыми. Съ другой стороны они не должны заключать и мелкихъ, легко теряющихся, частей. Сборка и разборка этихъ мостовъ должна быть возможно скорая и легкая.

Въ нашей арміи имѣются понтонные парки, приданные къ понтоннымъ батальонамъ. Каждый понтонный паркъ заключаетъ въ себѣ 56 полупонтоновъ (12 среднихъ и 44 носовыхъ), 1 якорную лодку, 6 козелъ системы Бираго и всѣ принадлежности для устройства мостовъ, для переправы всѣхъ родовъ войскъ и повозокъ не тяжелѣе 300 пуд.

Ниже въ § 104 указано количество всѣхъ главнѣйшихъ составныхъ частей понтонныхъ мостовъ, возимыхъ въ понтонномъ паркѣ.

95. *Носовымъ полупонтономъ* называется плоскодонная желѣзная лодка (ф. 219) съ отвѣсными продольными *бортовыми стѣнками*, задняя *поперечная* стѣнка тоже отвѣсная *носовая часть* полупонтона поднята кверху и съужена. Длина носоваго полупонтона 14′1″, ширина 6′2²/₃ высота 2′5″.

Средній полупонтонъ (ф. 220) не имѣетъ носовой части, а обѣ его поперечныя стѣнки отвѣсны. Длина его 11′5¹/₂″ ширина и высота что и носоваго. Желѣзные листы, составляющіе обшивку боковъ и днища полупонтоновъ скрѣпляются 7-ю шпангоутами изъ угловаго желѣза, приклепанными къ обшивкѣ заклепками. Обшивка днища и бортовъ соединяется между собой внизу *нижними соединительными обвязками* изъ желобчатаго желѣза.

Борты понтона обнесены обвязкою изъ угловаго желѣза, въ которой сдѣланы дыры для вставки уключинъ по 4 въ бортовой и по 1 въ поперечной обвязкахъ.

Внутри полупонтоновъ, вдоль бортовыхъ стѣнокъ приклепаны желѣзными обоймами бортовые бруски; для привязыванія предметовъ, укладываемыхъ на борты.

Для привязыванія якорнаго каната укрѣплены по одному поперечному бруску.

Снаружи къ бортовымъ стѣнкамъ придѣлано по 2 (бортовыхъ) кольца. Въ носовой части, вверху, имѣется тоже кольцо (носовое)

Для предохраненія днищъ къ нимъ приклепаны 3 плоскихъ деревянныхъ бруска въ видѣ полозьевъ.

Для соединенія полупонтоновъ между собою на концахъ ихъ устроено 2 скрѣпленія: — верхнее помощью *стягъ* и нижнее — помощью *схватокъ*.

Для перваго въ каждой поперечной стѣнкѣ просверлено двѣ дыры, въ которыя вставляются болты *а*, привѣшанные на цѣпочкѣ къ обвязкѣ.

Одинъ конецъ болтовъ навинтованъ и на него надѣта гайка въ видѣ ласточнаго хвоста, въ другомъ концѣ сдѣлано отверстіе, куда вставляется чека *б*, привѣшанная тоже на цѣпочкѣ.

Для второго къ низу бортовъ стѣнокъ приклепаны *проушины* или пробои, въ которые вставляются желѣзныя вилки или *схватки в*.

Ватерлинія при перевозкѣ десанта принята въ 15 д., для моста 18—20 д. отъ верхняго края понтона.

Носовой полупонтонъ вѣситъ около 23 пуд., объемъ $178,_{75}$ куб. ф

Полная подъемная сила 287 пуд.,

средній полупонтонъ » 22 » » $171,_{95}$ » »

» 275 » « » » »

Соединеніе двухъ или болѣе полупонтоновъ называется *понтономъ*. При этомъ понтонъ изъ двухъ полупонтоновъ называется обыкновеннымъ, изъ 3 полупонтон.—полуторнымъ, изъ 4—двойнымъ, изъ 5—полтретнымъ.

Для предупрежденія отъ захлестыванія водою имѣются желѣзные остовы и брезенты (ф, 221).

Якорная лодка—килевая, съ рулемъ. Длина ея $20^1/_4$ ф. ширина $5^3/_4$ ф., высота безъ киля 2 ф., 5 д., киль 3 д. Лодка (ф. 222). изъ желѣзныхъ стѣнокъ съ 12 шпангоутами имѣетъ бортовыя обвязки изъ угловаго желѣза съ отверстіями для уключинъ.

96. Козелъ нашего понтоннаго парка, какъ и большей части европейскихъ понтонныхъ парковъ—двуногій, системы Бираго, и состоитъ изъ двугъ ногъ со шпорами, перекладины, цѣпей для подвѣски послѣдней къ ногамъ и клиньевъ для закрѣпленія ногъ въ отверстіяхъ перекладины.

Ноги брусчатыя $4^3/_4 \times 3^3/_8$ д. длиною $12^1/_2$ (*12-ти футовыя*) и $8^1/_2$ ф. (*8-ми футовыя*) (фиг. 223). Концы ногъ окованы, верхніе (головки) кольцами со вбитыми гвоздями со шляпками, а нижніе кольцами и башмаками.

Шпоры (ф. 224) для предупрежденія углубленія ногъ въ дно рѣки сдѣланы изъ двухъ рядовъ досокъ, волокнами на крестъ. Въ шпорахъ сдѣланы два прорѣза для пропуска нижнихъ концовъ ногъ и къ нимъ прикрѣплены на цѣпочкахъ болты, вставляемые въ дыры просверленныя въ ногахъ.

Перекладина (фиг. 230) брусчатая, $9 \times 6^1/_2$ д. и длиною 17 ф.

*

2 д. съ уширеніемъ на концахъ, гдѣ выдолблены сквозныя гнѣзда ($10^5/_8 \times 3^1/_2$) для пропуска ногъ. На перекладинѣ укрѣплены два кольца для пропуска цѣпей, закрѣпляемыхъ болтами на цѣпочкахъ. На перекладинѣ обозначены сурикомъ мѣста для смычныхъ брусьевъ.

Цѣпи (фиг. 226) длиною 6 ф. 5 д. и толщиною $^3/_4$ д. на одномъ концѣ два большія кольца, надѣваемыя на головки ногъ. Къ малому звену цѣпи придѣланъ на цѣпочкѣ запасный болтъ.

Клинья вставляются для уничтоженія въ гнѣздѣ перекладины зазора между ея стѣнками и ногами (фиг. 227).

Кромѣ того имѣются колотушки для забивки ногъ въ грунтъ (фиг. 228).

97. Мостовое полотно состоитъ изъ *лежней, смычныхъ брусьевъ, досокъ, пажилинъ и перилъ.*

Лежни служатъ для оснастки понтона, какъ плавучаго устоя и для устройства опоры переводинъ или смычныхъ брусьевъ на берегу. Длина лежня 12 ф. 5 д., ширина 6 и толщина 5 д. на концахъ лежня сдѣлано по 2 гнѣзда $2^3/_4 \times 2^1/_4$, для вставки перильныхъ стоекъ и загонки кольевъ при употребленіи ихъ на береговые лежни. На лежняхъ сдѣланы мѣтки для укладки смычныхъ брусьевъ (229). Колья для укрѣпленія лежней показаны на ф. 225.

Смычные брусья или переводины (ф. 231)—$6^1/_2 \times 4^1/_2$ д. Длиною 23 ф. 2 д., на концахъ имѣютъ оплечины съ вырѣзами или *замками*, для охватыванія лежней. Разстояніе между осями замковъ, составляющее длину мостоваго пролета—21 ф. $9^1/_2$ д. Укороченные смычные брусья для замыканія моста имѣютъ длину 12 ф. 5 д. При нормальномъ устройствѣ моста каждый пролетъ перекрывается 5-ю брусьями. Для переправы особыхъ тяжестей—6. Если нѣтъ батарейн. пушки—4.

Настилочныя доски. $10^1/_2$ ф.$\times 9^1/_3$ д.$\times 1^1/_2$ д. (фиг. 232) на концахъ имѣютъ вырѣзы въ $^1/_2$ д. для пропуска штроповъ. При такой длинѣ настилочныхъ досокъ ширина проѣзжей части понтонныхъ мостовъ составляетъ 9. ф. 5 дюйм.

Щиты (фиг. 233) состоятъ изъ двухъ досокъ, сбитыхъ 4 шпонками.

Лобовыя (фиг. 234) *доски* состоятъ изъ двухъ досокъ, соединенныхъ шарнирами. Полудоски (фиг. 235) шириною 6 д.

Пажилины $3 \times 2^1/_2$ и длиною 23 ф. 2 д. Пажильные *закрутки*,—колья 1 ф. длины и $1^1/_4$ д. діаметръ. Пажильные штропы

веревки окружностью 1 д.)—длиною 2 саж. эти штропы также называются *паромными*.

Перильныя стойки—желѣзныя, длиною 3 ф. 5 д. съ завиткомъ на верху, (фиг. 236) круглыя толщиною вверху $^{3}/_{4}$ д., внизу $1^{1}/_{4}$ д. ниже утолщаются до $1^{7}/_{8}$ д. и оканчиваются 4-хъ граннымъ стержнемъ сѣченіемъ $2^{3}/_{16}\times 2^{3}/_{16}$ д.

Перильные или промѣрные канаты, въ окружности 2 д. длиною 38 саж. На нихъ сдѣланы мѣтки, соотвѣтствующія длинѣ пролета.

98. Для оснастки понтона, какъ мостоваго устоя, служатъ лежни, подкладки, подушки и укладываемыя на дно понтоновъ доски. Лежни и доски описаны были выше.

Подкладки служатъ какъ для оснастки понтоновъ, такъ и для укладки ихъ на повозкахъ. Длина ихъ 6 ф. $3^{1}/_{2}$ д. Ширина 8 и толщина 3 д. на одномъ концѣ ребра имѣется штырь, вставляемый въ бортовыя дыры понтона. Для укладки на повозки на широкой сторонѣ подкладокъ вдѣлано по 2 штыря, разстояніе между которыми на т. наз. *переднихъ* подкладкахъ—3 ф. $4^{1}/_{2}$ д., на *заднихъ* 4 ф. 4 д. (фиг. 237).

Подушки (фиг. 238) 2 ф. $5^{1}/_{2}$ д.$\times$5 д.$\times$7 д. На верху придѣлана желѣзная поворотная скоба. Въ нее вкладывается лежень. Скоба назначается для удержанія лежня на подушкѣ при косомъ положеніи моста относительно понтоновъ.

Снизу, посрединѣ длины, но ближе къ одному боку, укрѣпленъ стержень съ нарѣзкою на концѣ для навинчиванія гайки, привѣшанной на цѣпочкѣ.

99 Якоря понтонные—безъ штока, такъ назыв. вертлюжны (фиг. 239) состоятъ изъ *рыма*, діам. $3^{3}/_{4}$ д., толщиною $^{3}/_{4}$ д., *стебла*, длиною $3^{3}/_{4}$ ф. съ *башковымъ* кольцомъ діам. $4^{1}/_{2}$ д. на концѣ. Къ этому кольцу привязывается поплавокъ однимъ или двумя штропами, служащій для указанія мѣста якоря въ случаѣ обрыва якорнаго каната; *развилины* состоящей изъ двухъ вѣтвей, соединенныхъ 1 дюймовою осью, проходящею черезъ стебло и *лапъ* длиною $6^{3}/_{8}$ д. и шириною 5 д. На ось развилины насажены двѣ желѣзныя полосы *а—чиксы* $10^{1}/_{2}\times 5^{1}/_{2}$ д., стянутыя между собою двумя болтами съ гайками. Чиксы служатъ для возвышенія корня развилины надъ землею и образованія вѣтвями остраго угла съ горизонтомъ. Болты, стягивающіе чиксы, ограничиваютъ уголъ отклоненія развилины отъ стебла на 60°.

Если якорь лежитъ на землѣ, опираясь на чиксы и на верхній конецъ стебла, то концы лапъ упрутся въ землю, а развилина составитъ уголъ съ горизонтомъ не болѣе 23°. Если верхній конецъ стебла поднять и потащить якорь впередъ, то лапы врѣжутся въ землю и съ тѣмъ большею силою, чѣмъ менѣе уголъ, составляемый ими съ горизонтомъ. Наивыгоднѣйшій предѣлъ этого угла 15°.

Вѣсъ легкаго якоря $2^1/_2$—3 пуд., тяжелаго 5—$5^1/_2$ п.

Кошка или 4-хъ лапый якорь назначенъ для вытаскиванія якоря изъ воды. Длина ихъ 2 ф. Вѣсъ 15 фн.

Якорный канатъ—3 д, въ окружности и длиною 40 саж.

Для гребли имѣются весла загребныя (10 ф.) и распашныя (12 ф.), багры, уключины.

Кромѣ того имѣются *простръльныя пробки*—круглыя и продолговатыя для задѣлки малыхъ пробоинъ. Пробка круглая состоитъ изъ $^3/_8$ д. болта со шляпкою и нарѣзкою, двухъ резиновыхъ кружковъ діаметромъ: $2^1/_2$ д., и двухъ желѣзныхъ шайбъ, діаметромъ 3 д. *Кранцы*—холщевые мѣшки съ пробковыми обрѣзками, оплетенные прядью изъ стараго морскаго каната, *черпаки*, пробковые круги рупоры, флаги, фонари, бѣгучіе блоки для паромной переправы и проч.

На фиг. 240 показаны веревочные узлы, перевязки и петли

а) — *простая перевязка* для связыванія концами двухъ канатовъ при помощи штроповъ.

б) — *концевой узелъ* для связыванія концами двухъ канатовъ.

в) — *прямой узелъ*—для соединенія двухъ канатовъ серединами.

г) — *двойная перевязка* для соединенія штроповъ.

д) — *удоборазвязываемый* узелъ для привязыванія ненадолго канатовъ къ кольцамъ, брускамъ и др. *Усиленный* узелъ крѣпче и получается, обернувъ короткій конецъ въ два оборота вокругъ предмета.

е) — *причальный*—для привязки понтона къ берегу.

ж) — *затяжной* для связки между собою двухъ колецъ.

з) — *якорный*—для привязки каната къ якорю.

к) — *якорная обмотка.*

л) — *двойной узелъ.*

м) — *найтовый узелъ*—для связки между собою двухъ предметовъ.

н) — *двойная петля.*

о) — *восьмерка*—для свертыванія конца каната при бросаніи его съ понтона на пристань.

п) — крѣпленіе якорнаго каната къ понтону.

р) — *глухая петля.*

с) — сростка канатовъ: расплетенныхъ съ обоихъ концовъ.

т) » » » » одного конца.

у) бухта разводнаго каната.

ф) » якорнаго »

х) » промѣрнаго »

100. *Устройство береговаго основанія* (фиг. 241). При твердомъ грунтѣ площадка берега должна быть въ одной плоскости съ мостовымъ полотномъ. Для этого отступивъ отъ воды на $2^1/_2$—$3^1/_2$ ф. выкапываютъ горизонтальную площадку шириною 13 ф. и глубиною 13 дюймовъ (5 д.—толщина лежня, + $6^1/_2$ д. высота смычнаго бруса + $1^1/_2$ д. толщина настилочной доски). Отступя на $1^1/_3$ ф. отъ берега къ водѣ кладутъ лежень и укрѣпляютъ его 4 малыми кольями, вбиваемыми въ гнѣзда лежня и — большими кольями, забиваемыми снаружи лежня. Между лежнемъ и стѣнкою вырытаго углубленія кладутъ 2—3 фашины, въ которыя упираются торцы смычныхъ брусьевъ. Пустое пространство засыпается землею и плотно утрамбовывается. На топкомъ берегу лежень укладывается такимъ же образомъ, но у торцевъ его вбиваютъ колья.

Устройство пристани. Пристань располагается на такой высотѣ, чтобы полотно моста надъ неподвижными устоями было горизонтально, а надъ первымъ плавучимъ устоемъ превышало этотъ горизонтъ на 3 дюйма. Верхняя сторона берегового лежня располагается на 25 дюйм. надъ уровнемъ воды.

Если берега очень круты или очень пологи, то для уменьшенія земляныхъ работъ разрѣшается (въ видѣ исключенія) устраивать мостовое полотно со спускомъ, причемъ спускъ или подъемъ допускается *только на протяженіи постоянныхъ опоръ;* уклонъ долженъ быть не болѣе 1 ф. на звено, т. е. $^1/_{22}$; передъ въѣздомъ на мостъ непремѣнно должна быть горизонтальная площадка.

101. *Опредѣленіе направленія линіи моста. Мостовая линія,* проходящая черезъ середину мостового полотна должна быть избираема кратчайшею и по возможности перпендикулярною къ теченію, т. к. этимъ облегчается вводъ въ линію плавучихъ устоевъ, вводъ и выводъ выводныхъ паромовъ и избѣгается опасность, что

якоря отъ боковаго дѣйствія теченія на канаты поползуть, а мостъ будетъ повреждаться.

Если обстоятельства заставятъ опредѣлить направленіе моста подъ угломъ къ теченію, то плавучіе устои во всякомъ случаѣ становятся паралельно теченію.

102. *Установка козелъ* производится съ парома, понтона, съ средняго полупонтона и безъ помощи плавучей опоры.

1) Паромъ составляется изъ двухъ понтоновъ (ф. 242). Понтоны связываются 3-мя смычными брусьями, называемыми въ данномъ случаѣ *связными*, укладываемыми замками на борты понтоновъ. Другіе 2 смычные (*подъемные*) бруса кладутся плотно къ крайнимъ связнымъ, съ внутренней ихъ стороны. Далѣе на внутренніе борты понтоновъ кладутъ 4 щита: два по бокамъ средняго связнаго и по одному у подъемныхъ. Всѣ брусья привязываются къ бортовымъ брускамъ штропами. На берегу флагами разбивается въ это время *козловая линія*, паралельно оси моста и проходящая черезъ низовой край козловой перекладины. По установкѣ парома на мѣстѣ опусканія козелъ промѣряютъ глубину. Затѣмъ привязываютъ козловую перекладину бокомъ къ лобовымъ кольцамъ подъемныхъ брусьевъ, и просовываютъ въ нее ноги головами къ парому, такъ чтобы острія не выходили за линію концовъ подъемныхъ брусьевъ и чтобы нижній край срѣза ногъ былъ паралеленъ перекладинѣ. Потомъ надѣваютъ шпоры. По командѣ понтонеры берутся за головки ногъ, за перекладину и за цѣпи и, приподымая козелъ, подвигаютъ перекладину такъ, чтобы наружный ея край равнялся съ концами подъемныхъ брусьевъ, а средняя мѣтка была въ одной линіи со стыкомъ полупонтоновъ.

Затѣмъ, вынувъ клинья, опускаютъ ноги, чтобы острія ихъ доходили до поверхности воды. Затѣмъ передаютъ смычные брусья, захватываютъ ихъ замками перекладину, отталкиваютъ паромъ и покрываютъ звено настилкою. Затѣмъ опускаютъ ноги до дна, заколачиваютъ колотушками, загоняютъ клинья и отвязываютъ подъемные брусья.

Установка съ парома употребляется въ томъ случаѣ, когда по свойствамъ дна козелъ можетъ осѣсть, а также и тогда, когда паромъ и безъ того нуженъ для перевозки понтонныхъ принадлежностей на противуположный берегъ.

2) *Установка съ понтона производится* такимъ образомъ: на составленный изъ двухъ полупонтоновъ понтонъ укладывается рама

изъ 3 лежней, привязанная штропами къ бортовымъ брускамъ (фиг. 243). На концы лежней кладется перекладина, привязывается къ нимъ штропами. Понтонъ подводится къ пристани, на перекладину кладутъ смычные брусья и передаютъ ноги, цѣпи и шпоры. Для того, чтобы концы лежней, поддерживающіе перекладину, не опустились, на противуположный конецъ рамы садятся 2—3 человѣка. Затѣмъ понтонъ отталкивается, вставляютъ въ перекладину ноги и забиваютъ ихъ въ дно. Затѣмъ перекладину отвязываютъ отъ лежней и, понтонъ готовъ для слѣдующей установки.

Этотъ способъ удобнѣе установки съ парома и со средняго полупонтона, такъ какъ не приходится нарочно вязать парома, людямъ просторнѣе работать, чѣмъ при среднемъ полупонтонѣ, который не всегда легко вывести изъ подъ перекладины; понтону нѣтъ надобности возвращаться къ берегу для переоснастки, а онъ непосредственно по установкѣ послѣдняго козла можетъ быть введенъ въ линію моста, какъ плавучая опора.

3) *Со средняго полупонтона* (фиг. 244) установка козла производится такъ: на концы полупонтона кладутъ плашмя по двѣ подкладки съ небольшимъ зазоромъ, а на нихъ еще одну, тоже плашмя и штырями въ зазоръ. Подведя къ пристани, на полупонтонъ принимаютъ перекладину. Уложивъ ее на подкладки, принимаютъ смычные брусья, полупонтонъ отталкиваютъ, подаютъ ноги вставляютъ ихъ въ перекладину и заколачиваютъ. Наконецъ, упираясь руками въ перекладину, выталкиваютъ изъ подъ нея полупонтонъ.

4) *Безъ пловучей опоры* козелъ устанавливается какъ и на сухопутьи, но козелъ собирается на берегу и приносится къ мѣсту установки готовымъ.

5) *На сухопутьи* (ф. 245) устанавливается козелъ такимъ образомъ: сначала разбиваютъ мѣсто для сборки и установки его Для этого по шнуру, натянутому по оси моста въ разстояніи 21 ф. $9^1/_2$ д. (величина пролета) отъ средины предыдущей перекладины или лежня забиваютъ колъ. Черезъ колъ пробиваютъ борозду перпендикулярно оси моста. Отложивъ по ней по 9 ф. въ обѣ стороны отъ кола, забиваютъ колья, обозначающія мѣста ногъ. Отъ средняго кола по оси моста, по направленію къ началу его, откладываютъ разстояніе, равное глубинѣ оврага и пробиваютъ борозду, параллельную первой. Она укажетъ мѣсто нижней плоскости перекладины при сборкѣ козла. Затѣмъ на эту борозду кладутъ

бокомъ перекладину, вставляютъ въ нее ноги такъ, чтобы нижніе концы ихъ пришлись у кольевъ передней борозды. Заклиниваютъ ноги, надѣваютъ цѣпи и шпоры и приводятъ козелъ въ вертикальное положеніе. Укладываютъ смычные брусья и, взойдя по нимъ на козелъ, заколачиваютъ ноги въ землю и окончательно ихъ заклиниваютъ.

Примѣчанія: 1) Въ настоящее время въ нашихъ паркахъ преимущественно употребляются козла съ двойными ногами.

2) Нижняя поверхность перекладины должна возвышаться надъ уровнемъ воды на 2 ф. 4 д. (1 арш.). 3) Высота козловыхъ мостовъ надъ дномъ оврага при 8 ф. ногахъ должна быть не болѣе $4^1/_2$ ф., при 12 ф.—$7^1/_2$ ф. При большей глубинѣ до 17 ф. употребляются козла Тьерри, причемъ три ноги составляются изъ понтонныхъ принадлежностей (смычныхъ брусьевъ и пр. 4) Козла Бираго мало устойчивы и требуютъ для своей установки хорошо обученыхъ людей.

Вѣсъ понтоннаго козла 15—16 пуд.

103. *Наводка понтонн. мостовъ. Оснастка понтоновъ.* Понтоны оснащиваются на одинъ (246) и на два (247) лежня. Послѣдняя примѣняется только при устройствѣ выводныхъ паромовъ для оснастки крайнихъ ихъ понтоновъ, а равно и понтоновъ моста, примыкающихъ къ выводному парому. Оснастка заключается въ слѣдующемъ: вставляютъ 6 уключинъ, снабжаютъ понтонъ 6 веслами и 2 баграми; кладутъ на дно каждаго полупонтона по 3 доски, привязываютъ къ якорю, якорный канатъ къ его рыму, а къ башковому кольцу штропъ. Затѣмъ ставятъ на ребро на борты понтона двѣ пары подкладокъ, по двѣ вмѣстѣ и штырями въ ближайшія къ срединѣ гнѣзда бортовъ. Вставляютъ подушку штыремъ въ гнѣздо поперечной обвязки, такъ чтобы она легла на обвязки обоихъ полупонтоновъ. Затѣмъ укладываютъ на подкладки и подушку лежень и вставляютъ въ крайнія его гнѣзда перильныя стойки. Якорь укладывается такъ, чтобы стебло легло лѣвѣе носовой уключины и параллельно оси понтона, а лапы свѣшивались за носовую обвязку.

Оснастка на 2 лежня отличается отъ предыдущей тѣмъ, что берутъ не одну, а 2 подушки и вставляютъ ихъ штыри въ бортовыя гнѣзда, ближайшія къ поперечнымъ стѣнкамъ.

Наводкѣ моста предшествуютъ слѣдующія подготовительныя работы: опредѣленіе направленія линіи моста, точное измѣреніе ши-

рины рѣки, измѣреніе глубины, особенно у береговъ и на отмеляхъ, опредѣленія скорости теченія, разбивка верховой и низовой якорной линіи, разбивка мѣстъ для установки парка и спуска понтоновъ, трасировка спусковъ и дамбъ.

Самая *наводка* можетъ производиться: 1) *По понтонно по теченію*, 2) *по понтонно противъ теченія*, 3) *паромами*, 4) *поворотомъ цѣлаго моста и* 5) *по понтонно съ отталкиваніемъ.*

1) Наводка по *понтонно по теченію* есть *нормальная.* Она удобопримѣнимѣе всѣхъ другихъ и не годится только при весьма быстромъ теченіи. При этомъ способѣ понтоны сами отдаютъ свои верховые якоря, затѣмъ опускаются къ пристани, принимаютъ концы смычныхъ брусьевъ, отталкиваются на длину пролета и закрѣпляются на мѣстѣ. Потомъ настилаютъ настилку, нажилятъ ее, и т. обр. одно звено моста готово.

2) *Наводка по понтонно противъ теченія* употребляется только при весьма быстромъ теченіи и порывистыхъ вѣтрахъ. Понтоны вводятся въ мостовую линію на веслахъ или бичевою, а верховые якоря заводятся якорными лодками.

3) *Наводка паромами* употребляется при скоростяхъ не болѣе 4 ф. и малыхъ вѣтрахъ. Для такой наводки необходимо, чтобы для вязки паромовъ выше моста берегъ на большомъ протяженіи (до 400 ш.) былъ пологій и не топкій. Паромы связываются изъ 2, 3 или 4 понтоновъ, спускаются по теченію и сами завозятъ якоря. Паромы употребляются *обыкновенные* и *выводные.* Обыкновенные паромы имѣютъ понтоны, оснащенные въ 1 лежень. Соединительныя звенья настилки берутся на паромы. Въ выводныхъ (ф. 248—249) паромахъ крайніе понтоны оснащиваются на 2 лежня, и настилка оканчивается съ одной стороны лобовою доскою. Смычные брусья кладутся замками на наружные лежни. Паромъ одною стороною примыкаетъ вплотную къ сосѣднему парому моста. Съ этой стороны и кладется лобовая доска. Съ другой стороны паромъ смыкается со смежнымъ укороченными смычными брусьями.

4) *Наводка поворотомъ* употребляется на рѣкахъ со слабымъ теченіемъ (до 3 ф.), не имѣющихъ отмелей или подводныхъ камней и въ тихую погоду. Длина заворачиваемой части не должна быть болѣе 70—80 саж. Мостъ сбирается выше якорной линіи, смотря по теченію, на 10—50 саж. Понтоны ставятся носомъ къ берегу спачала связываются паромы, соединяемые потомъ соединительными звеньями. Къ поперечнымъ брусьямъ 4-го отъ хвоста понтона

привязывают якорные канаты (*помочные*), концы их передают на берегъ, а къ понтонамъ 1, 2 и 3 они привязываются штропами. На мостъ берутъ 2 запасныхъ каната. Затѣмъ, удерживаясь помочными канатами, отталкиваютъ голову его и затѣмъ поворотомъ вводятъ мостъ въ линію.

5) *Наводка по понтонно съ отталкиваніемъ.* Понтоны вводятся по одному у берега и наведенная часть постепенно отъ него отодвигается. Этотъ способъ употребляется лишь въ темныя ночи или если нельзя спустить въ воду сразу большаго числа понтоновъ, напр. при наводкѣ моста съ головы дамбы, окруженной по бокамъ болотомъ. Этотъ способъ очень медленный, требуетъ тщательной работы и при вѣтрѣ отъ противнаго берега довольно затруднителенъ. На рѣкахъ судоходныхъ въ понтонныхъ мостахъ устраиваются выводные паромы, обыкновенно не болѣе какъ изъ 3 понтоновъ, соединяемыхъ для лучшей связи вспомогательными канатами на крестъ. Кромѣ того, вспомогательными же канатами соединяется паромъ съ мостомъ съ той его стороны, гдѣ онъ вплотную подходитъ къ мостовому понтону. Кромѣ того на стыки на пожилины кладутъ козловыя ноги, привязываемыя 4 штропами къ брусьямъ. Лежни парома и мостоваго понтона связываются тоже вспомогательными канатами Мостовой понтонъ, прилегающій въ плотную къ выводному парому, оснащивается на 2 лежня.

104. При каждомъ изъ нашихъ понтонныхъ батальоновъ состоитъ понтонный паркъ изъ 100 повозокъ, 6 образцовъ: 56 повозокъ № 1 для возки полупонтоновъ, снаряженія для десанта и оснастки, 32—№ 2 для возки настилки, 4 — № 2 — добавочныхъ смычныхъ брусьевъ, 3—№ 3 для возки козелъ и принадлежностей береговаго основанія, 1 якорная повозка для якорной лодки и 1 инструментальныхъ повозки. Кромѣ того еще 2 походныхъ кузницы. Паркъ дѣлится на 2 равныхъ части — полупарки. Полупаркъ дѣлится на 2 отдѣленія. Укладка повозокъ такъ соображена, что изъ парка можно выдѣлить произвольное число пролетовъ понтоннаго моста или одни лишь полупонтоны для десанта.

Въ понтонномъ паркѣ имѣется слѣдующее количество главнѣйшихъ принадлежностей для устройства понтонныхъ и козловыхъ мостовъ.

Полупонтоновъ носовыхъ	44	вѣсомъ по	23 п.
» среднихъ	12	»	22 »
Якорныхъ лодокъ	1	»	26 »
Козловыхъ перекладинъ	6	»	6 »
» 12 ф. ногъ	18	»	1 »
» 8 » »	18	»	0,8 »
Смычныхъ брусьевъ	204	»	5 »
Досокъ	352	»	1 »
Щитовъ	440	»	2 »

Нажилинъ	72	вѣсомъ по	1	п.
Лежней	40	»	2	»
Якорей легкихъ	28	»	2,5	»
» тяжелыхъ	14	»	5	»
Якорнаго каната	42	конца	2,75	»
Разводнаго »	12	»	4,12	»
Перильнаго »	9	»	1,22	»

Кромѣ того въ числѣ запасныхъ принадлежностей, возимыхъ только по желѣзнымъ дорогамъ и складываемыхъ только въ конечныхъ пунктахъ ихъ, имѣется 20 смычныхъ брусьевъ, 92 доски и 8 щитовъ. Сообразно этимъ средствамъ понтони. паркъ можетъ дать мосты слѣдующей длины.

По числу устоевъ—28 понтоновъ и 6 козелъ или 35 пролетовъ или 108 саж. $6^2/_3$ ф. Но, оставляя 2 полупонтона въ запасѣ, длина моста будетъ 105 с. 2 ф. 11 д. Устраивая же выводные паромы, длина моста сократится до 97 с. 6 ф.

По количеству настилки. Если не предвидится двигать по мосту особыя тяжести, то число брусьевъ на пролетѣ будетъ 5. Такимъ образомъ, употребивъ 200 брусьевъ и всю запасную настилку, можно длину моста довести до 40 пролетовъ, т. е. около 124 саж.

При 4 брусьяхъ на пролетѣ (возможно, если не переправляются батарейныя пушки) заготовивъ 16 устоевъ и настилку на 6 пролетовъ и взявъ всѣ доски съ днищъ понтоновъ, длина моста можетъ быть доведена до 50 пролетовъ или около 155 саж. Черезъ сухіе овраги по числу имѣющихся козловыхъ перекладинъ можно устроить мостъ о 7 пролетахъ, т. е. около 21 с. 5 ф. и глубиною 1 саж. и болѣе—до 17 ф., устраивая высокіе козла изъ понтонныхъ принадлежностей.

105. *Переправа десанта.* Пѣхота можетъ переправляться какъ на отдѣльныхъ понтонахъ, такъ и на перевозныхъ паромахъ. Кавалерія и артилерія можетъ переправляться только на паромахъ. Для перевозки пѣхоты употребляются *обыкновенные* или *полуторные* понтоны. Снаряжение ихъ заключается въ слѣдующемъ: на днища укладываются доски, по 6 въ полупонтонъ, веслами, и уключинами по разсчету 3 на каждый полупонтонъ и баграми по 1 на полупонтонъ, 2 черпаками и 2 вспомогательными канатами и сумкою съ прострѣльными пробками. Гребцовъ назначается по 2 на каждый полупонтонъ, затѣмъ 1 рулевой и 1 командующій понтономъ (офицеръ или ун.-оф.). При большомъ волненіи, быстромъ теченіи этого числа гребцовъ оказывается недостаточнымъ. На Дунаѣ при переправѣ у Систова въ 1877 г. число гребцовъ было на обыкновенномъ 6, на полуторномъ 8.

Перевозные паромы составляются изъ двухъ понтоновъ:

обыкновен.	съ	1	звеномъ	настилки. . . .	площ.	42,5	кв.	арш.
полуторн.	»	2	»	»	»	85	»	»
двойныхъ	»	3	»	»	»	127,5	»	»
полтретн.	»	4	»	»	»	170	»	»

Составленіе перевозныхъ паромовъ заключается въ слѣдующемъ *): оба понтона соединяются между собою *связными* брусьями *а* (изъ смычныхъ) замками на крайнія бортовыя обвязки, по 1 въ верховомъ и по 2 въ прочихъ полупонтонахъ (фиг. 250—253). На нихъ укладываютъ 3 *продольныхъ* бруса *б.* (тоже изъ смычныхъ) по одному вдоль оси каждаго понтона и 1 въ пролетъ между ними.

На нихъ кладутся *настилочные* брусья (*в*) параллельно связнымъ и такъ, чтобы подъ каждымъ звеномъ было по 4 бруса; наконецъ нажилочные—поверхъ настилки надъ крайними настилочными. Въ срединѣ настилка нажилится двумя досками, привязанными штропами къ настилочнымъ брусьямъ. Для установки перильныхъ стоекъ на выступающіе концы продольныхъ брусьевъ кладутся по 2 лежня въ переплетъ. Перильныя стойки ставятся въ 2 крайнія и 1 изъ внутреннихъ гнѣздъ лежня. Паромъ снабжается 2 якорями съ канатами. Понтоны скрѣпляются крестообразно вспомогательными канатами. Если для причала парома на противоположномъ берегу не устроено пристани, то при составленіи парома на томъ борту, которымъ паромъ пристанетъ къ берегу, подъ замки настилочныхъ брусьевъ верховаго помоста кладутъ лежень. На него вплотную къ настилочнымъ брусьямъ кладутъ 5 смычныхъ брусьевъ. Щиты и доски кладутся штабелемъ (*д*) въ носовой части парома на внутреннихъ бортахъ понтоновъ. Паромъ двигается на веслахъ или по канату или самолетомъ. О правилахъ, соблюдаемыхъ при переправѣ на понтонахъ и паромахъ см. ниже, въ ст. о переправѣ войскъ на пловучихъ снарядахъ.

Ниже слѣдующая таблица показываетъ число людей, помѣщающихся на понтонахъ и паромахъ.

въ обыкновенномъ понтонѣ	40 чел.	безъ ранцевъ	32	въ ранцахъ
» полуторномъ »	60 »	» »	48 »	»

При вѣтрѣ, сильномъ теченіи, большой ширинѣ это число уменьшается на 25 %
На паромахъ:

изъ 2 обыкновенн.	понт.	60	безъ ранцевъ	48 чел.	въ ранцахъ
» полуторныхъ	»	120	»	85	»
» двойныхъ	»	180	»	127	»
» полтретныхъ	»	240	»	170	»

* Перевозные паромы на 2 обыкновенныхъ понтонахъ связываются какъ выводные.

Эти цифры указываютъ, что пѣхоту выгоднѣе переправлять на понтонахъ, чѣмъ на паромахъ. Кромѣ того понтоны выгоднѣе паромовъ потому, что они представляютъ меньшую цѣль непріятелю, снаряженіе его легче, движеніе легче, больше поворотливость, лучшее сопротивленіе вѣтру и теченію и легче исправлять въ нихъ поврежденія.

Обыкновенные понтоны употребляются при переправахъ вдали отъ непріятеля въ тихую погоду, гдѣ есть мели.

Паромы для переправы на веслахъ наиболѣе удобны на малыхъ рѣкахъ — изъ обыкновенныхъ понтоновъ, на широкихъ—изъ двойныхъ. Полуторные удобны для движенія по канату, а полтретные—для самолетовъ.

Одинъ понтонный паркъ можетъ на понтонахъ одновременно поднять до 1120 — 840 чел. безъ ранцевъ и 896 — 728 въ ранцахъ, смотря по погодѣ и быстротѣ теченія.

Болѣе подробныя свѣдѣнія объ устройствѣ и наводкѣ понтонныхъ мостовъ см. въ «Наставленіи о Понтонной Службѣ» изд. 1887 г.

106. При нѣкоторыхъ саперныхъ бригадъ имѣются еще слѣдующія мостовыя принадлежности: парусинные понтоны, козла Каппеля и каучуковые понтоны.

Парусинный понтонъ состоитъ изъ деревяннаго каркаса или *прясла*, обтянутаго парусиною, непропускающею воды (фиг. 253).

Прясло состоитъ изъ двухъ рамъ АВ, соединенныхъ между собою поперечными брусками; 2 связными (Е), 2 носовыми (А), 2—лобовыми (С), 3—донными (G) и 2 распорками (П), и связанныхъ 14 штропами, изъ коихъ 2 продольныхъ. Длина понтона поверху 21 ф., по низу $16^1/_3$ ф., ширина $5^1/_4$ ф., высота $2^1/_3$ ф. Вѣсъ понтона около 25 пуд., полная подъемная сила около 350 пуд.

Понтонная настилка состоитъ изъ 4 смычныхъ брусьевъ дл. $23^1/_3$ ф. и поперечнымъ сѣченіемъ 4×5 дюйм. На обоихъ концахъ смычнаго бруса сдѣлано по 4 дыры въ $8^1/_3$ верш. одна отъ другой. Въ эти дыры просовываютъ горизонтальные болты, соединяя такимъ образомъ смычные брусья двухъ смежныхъ пролетовъ. Вслѣдствіе такого соединенія смычныхъ брусьевъ длина пролетовъ парусинныхъ мостовъ можетъ измѣняться отъ 11 ф. 8 д. до 19 ф. $1^1/_4$ д.

Настилочныя доски имѣютъ длину 12 ф. 2 д., ширина же и толщина та же, что и понтонныхъ. Ширина проѣзжей части моста около $10^1/_2$ ф.

Козелъ Каппеля (фиг. 254). Состоитъ изъ перекладины 16 ф. 2 д. длины 6×8 *д.* поперечнаго сѣченія. На концахъ ширина перекладины увеличивается до 12 д. Здѣсь находятся гнѣзда для ногъ, охваченныя желѣзною оковкою. Ноги 4×4 д. въ квадр. и длиною 12 ф. 10 д., имѣютъ внизу башмаки, вверху кольцо, а съ одного бока желѣзную полосу съ небольшими углубленіями, въ которыя упирается зажимной винтъ, проходящій чрезъ оковку перекладины и зажимающій ногу. На нижніе концы ногъ надѣваются шпоры. Вѣсъ козла около 22 пуд. Установка его производится (на подобіе установки козелъ Тьерри) помощью катка и длинныхъ пріемныхъ брусьевъ.

Каучуковые понтоны. Понтоны эти состоятъ каждый изъ 3 цилиндровъ, діам. 23 дюйм. и длиною 21 ф. 2 д. Каждый цилиндръ составленъ изъ 3 рядовъ парусины покрытой каучукомъ. Внутренній рядъ не пропускаетъ воздухъ, наружный воду, а средній—для приданія большей прочности всей оболочкѣ и для соединенія наружной матеріи съ внутренней. Каждый цилиндръ раздѣляется на 3 отдѣленія, двумя внутренними водо- и воздухо—непроницаемыми перегородками. Цилиндры надуваются ручными мѣхами черезъ имѣющіеся въ нихъ краны. Цилиндры связываются между собою двоякимъ образомъ: 1) или двумя вальками (*аа*), продѣваемыми въ кольца, вклеенныя въ оконечности цилиндровъ и 8 соединительными валь-

ками в, в, съ утолщеніемъ на одномъ концѣ, вдѣваемыхъ въ ушки, вдѣланныя въ бока цилиндровъ. На каждый цилиндръ кладется сверху доска *c*, прикрѣпляемая къ нему помощью ремней или веревокъ, продѣтыхъ въ кольца, вдѣланныя въ бока цилиндра (фиг. 255). 2) Цилиндры имѣютъ съ боковъ вдоль по 3 лопасти *б* (фиг. 256) съ рядомъ круглыхъ отверстій и веревочныхъ петель в. Для соединенія петли в одного цилиндра вдѣваютъ въ отверстія лопасти другого и соединяютъ ихъ какъ въ почтовыхъ сумкахъ. Все остальное дѣлается по предъидущему.

Для образованія устоя на продольныя доски *c* кладутъ 3 поперечныхъ *d*, привязываемыхъ къ *c*. На эти поперечныя доски надъ среднимъ цилиндромъ кладется лежень *e*, служащій опорою для концовъ 4 смычныхъ брусьевъ. Ширина проѣзжей части около 8 ф.

Вѣсъ понтона изъ 3 цилиндровъ 12 — пуд. Подъемная сила 285 пуд.

На фигурѣ 257 указанъ паромъ на 3 каучуковыхъ понтонахъ для перевозки на морѣ десанта, употреблявшійся на маневрахъ въ Одесск. военн. округѣ въ 1886 г. и имѣвшій площадь настилки въ 96,5 кв. арш.

107. *Понтонные мосты иностранныхъ государствъ.* Въ приложеніи 8 приведены нѣкоторыя данныя о составѣ и устройствѣ парковыхъ мостовъ нѣкоторыхъ Европейскихъ государствъ, откуда видно, что во всѣхъ государствахъ въ составѣ парковыхъ мостовъ имѣются мосты на козлахъ, преимущественно Бираго, и понтонные мосты на деревянныхъ или желѣзныхъ понтонахъ, составныхъ или цѣльныхъ. Наиболѣе тяжелый мостъ—испанскій, - 1140 к. 1 пог. м. швейцарскій, австрійскій и нашъ (755 к. 1 пог. м.). Наиболѣе легкій—итальянскій (417) датскій (449 и германскій (575). Устройство козелъ, понтоновъ и смычныхъ брусьевъ во всѣхъ государствахъ почти одинаково и отличается лишь деталями, поэтому въ дополненіе къ приложенію 8 опишемъ здѣсь устройство этихъ частей лишь въ Австріи, Германіи и Франціи.

Австрія. Устройство козелъ совершенно схоже съ нашими, только въ цѣпи нѣсколько звеньевъ сдѣланы круглыми и кромѣ того на одномъ концѣ къ одному изъ колецъ, надѣваемыхъ на вершины ногъ, придѣланъ крюкъ. Эти измѣненія сдѣланы съ тою цѣлью, чтобы цѣпью можно было пользоваться для тораженія колесъ повозокъ. На мосту на эти крюки вѣшаются фонари для освѣщенія.

Полупонтоны устроены тоже сходно съ нашими, но въ поперечномъ разрѣзѣ имѣютъ видъ трапеціи а не прямоугольника, какъ у насъ. Кромѣ того наши схватки замѣнены крюками, закладываемыми въ скобы, прикрѣпленныя на нижнемъ краю бортовыхъ стѣнокъ снаружи полупонтоновъ (фиг. 258). Въ среднемъ полупонтонѣ неимѣется поперечнаго бруска для крѣпленія якорнаго каната. Для сохраненія днищъ полупонтоновъ, на нихъ кладутся деревянные рѣшетчатые мостки. Якорь— двулапый со вставнымъ штокомъ.

Лежень на одномъ концѣ имѣетъ замокъ, устроенный также, какъ и въ смычныхъ брусьяхъ. Въ случаѣ надобности на другой конецъ надѣвается желѣзный замокъ (фиг. 259) и въ этомъ видѣ онъ можетъ служить какъ смычной брусъ.

Подкладки и подушки для оснастки понтоновъ такія же, какъ у насъ. Кромѣ того имѣются особые брусья съ замками, употребляемые при надобности какъ смычные брусья. Послѣдніе имѣютъ такое же устройство, какъ и наши. Доски тоже схожи съ нашими. Щитовъ нѣтъ. Нѣтъ также нажилинъ и перильныхъ стоекъ, вмѣсто первыхъ употребляются козловыя ноги, лежни, подкладные брусья и т. д. вмѣсто вторыхъ—весла.

Нормальный способъ установки козелъ – съ парома, кромѣ того козла устанавливаются и съ обыкновеннаго понтона, на подобіе описаннаго въ § 102 и со средняго полупонтона, причемъ въ послѣднемъ случаѣ козловая перекладина кла-

дется не на подкладки, а на лежень. опирающійся на поперечныя стѣнки полупонтона.

Наводка мостовъ: *по понтонно*: по теченію и противъ, *паромами* не болѣе какъ изъ 2—3 понтоновъ при скорости менѣе 5 ф. по теченію,—болѣе 5 ф. противъ теченія. При этомъ два понтона, ближайшіе къ берегу, удерживаются на мѣстѣ не якорями, а канатами, закрѣпленными на берегу.

Германія. Устройство козелъ сходно съ нашимъ. Цѣпи—съ распорками, шпоры не имѣютъ заостренія, а сдѣланы симметричными.

Установка козелъ производится или съ парома или прямо руками, какъ на сухопутьи. Смычные брусья козловыхъ мостовъ имѣютъ дубовые замки.

Понтоны цѣльные (фиг. 260) изъ цинкованнаго желѣза, по концамъ заострены. Борты обнесены дубовою обвязкою. Взамѣнъ бортовыхъ брусковъ къ бортовымъ шпангоутамъ понтоновъ прикрѣплены металлическія полосы съ 5-ю парами крюковъ каждая, для привязки штроповъ, скрѣпляющихъ переводины съ бортами Для закрѣпленія перильныхъ стоекъ (круглыя дубовыя палки, длиною $6^1/_2$ ф. и толщиною 3 дюйма) въ понтонѣ утверждены особыя гнѣзда въ видѣ вертикальной трубки. Поперечные бруски для привязки якорнаго каната имѣются въ обоихъ концахъ понтона. Для сохранности стѣнокъ и дна снаружи къ понтону придѣланы деревянные бруски: 4 на днѣ и по 1 на бортахъ. Понтонные якоря двулапые со вставнымъ штокомъ. Понтонные смычные брусья прямоугольнаго вида, безъ замковъ Они кладутся прямо на борты понтоновъ. Смотря по тяжести переправляемыхъ грузовъ, разстояніе между понтонами измѣняется. Поэтому смычные брусья въ тяжелыхъ мостахъ кладутся на 4 борта, а въ легкихъ на 3. Береговые лежни—брусья прямоугольнаго вида (6×4 д.) имѣютъ на концахъ по одному отверстію для вставки перильныхъ стоекъ. Наводка мостовъ производится по понтонно противъ теченія или паромами противъ или по теченію.

Франція. Устройство козелъ почти ничѣмъ не отличается отъ нашего. Установка ихъ производится помощью понтона или якорной лодки.

Понтоны—цѣльные, деревянные (фиг. 261) съ трапецоидальнымъ поперечнымъ сѣченіемъ состоятъ изъ 20 шпангоутовъ и досчатой обшивки. Каждый шпангоутъ состоитъ изъ доннаго бруска и одного бортового, въ носу и на кормѣ кромѣ того имѣется по 1 донному шпангоуту съ вертикальн. металлическими трубками по концамъ, въ которыя вставляются вертикальныя стойки (poupée) для привязыванія штроповъ и якорныхъ канатовъ. Внутри понтона на каждомъ борту укрѣплено по 5 крючьевъ для привязки штроповъ.

Якорныя лодки (nacelle) того-же устройства какъ и понтоны, но ниже (всего 0,6 метра) короче (4,7 метра) послѣднихъ. Якоря о двухъ лапахъ, со штокомъ. Береговые лежни—прямоугольные брусья съ 5 крючьями для прикрѣпленія штроповъ. Смычные брусья безъ замковъ и съ замками. Послѣдніе употребляются только съ цѣлью лучше связать между собою козла, или козелъ съ береговымъ лежнемъ или козелъ съ понтонномъ, если онъ устанавливается послѣ послѣдняго. Козелъ, стоящій между двумя понтонами, скрѣпляется съ ними обоими помощью смычныхъ брусьевъ съ зубомъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ на каждый пролетъ кладется только 2 такихъ бруса независимо отъ 5 собственно смычныхъ брусьевъ безъ замковъ. Послѣдніе брусья двухъ сортовъ: для береговыхъ пролетовъ пролетовъ между козлами и между козлами и понтонами употребляются смычные брусья, длиною 6,3 метра; для пролетовъ между понтонами—длиною 8 метровъ. Смычные брусья кладутся прямо на борты понтоновъ и лежатъ смотря по нагрузкѣ моста: на 4 или 3 бортахъ. Вмѣсто пожилинъ употребляются эти же смычные брусья.

Наводка моста при скорости не болѣе 5 ф. производится: по понтонно

вводя нечетные противъ, а четные понтоны по теченію. Верховые якоря черезъ понтонъ;—паромами и поворотомъ моста.

108. *Разборчатые металлическіе мосты.* Какъ видно изъ предъидущаго, всѣ парковые мосты имѣютъ весьма небольшіе пролеты и слѣдовательно требуютъ устройства или установки большаго числа устоевъ, которые въ свою очередь допускаютъ устройство мостовъ, весьма мало превышающихъ мѣстный горизонтъ. Поэтому мосты эти оказываются совершенно непригодными въ томъ случаѣ, если требуется быстро перекинуть мостъ черезъ какое нибудь глубокое, хотя бы и не широкое препятствіе. Подобные случаи часто имѣютъ мѣсто при возстановленіи разрушенныхъ мостовъ, а равно и на мѣстности, сильно пересѣченной оврагами, ущельями и т. п. Въ виду этого обстоятельства въ нѣкоторыхъ государствахъ приступили уже къ испытанію пригодности для войсковыхъ мостовыхъ парковъ, такъ называемыхъ легкихъ разборчатыхъ металлическихъ мостовъ, а въ нѣкоторыхъ арміяхъ такіе мосты уже и введены.

Впервые вопросъ о примѣненіи разборчатыхъ металлическихъ мостовъ къ военнымъ цѣлямъ былъ поднятъ въ Россіи: въ концѣ 60-хъ годовъ, коломенскимъ заводомъ Струве былъ предложенъ желѣзный разборчатый желѣзно-дорожный мостъ раскосной системы для быстраго возстановленія желѣзно-дорожныхъ мостовъ, разрушенныхъ непріятелемъ. Вѣсъ этого моста составлялъ 46—92 пуд. на 1 пог. ф. пути. Длина пролетовъ до 25 с.

Затѣмъ въ началѣ 70-хъ годовъ инженеромъ Эйфелемъ были проектированы разборчатые металлическіе мосты для Боливіи, съ пролетами до 10 метровъ. Въ разобранномъ видѣ, мосты эти могутъ перевозиться на вьюкахъ.

Послѣ мостовъ Эйфеля, появилось весьма много системъ разборчатыхъ мостовъ (Марсиль, Брохоцкій, Коттрау, Анри, Гербертъ, Бойе и пр.). Изъ всѣхъ этихъ системъ, опишемъ мостъ Эйфеля, послужившій прототипомъ для другихъ, мостъ Анри, принятый во Франціи и примѣняемый въ настоящее время на французскихъ ж. д., для устройства временныхъ ж.-д. мостовъ и мостъ Коттрау, испытывавшійся въ Италіи.

Мостъ Эйфеля (фиг. 262). Состоитъ изъ конечнаго элемента (фиг. 262 *а*), промежуточнаго (фиг. 262 *б*), нижняго пояса (фиг. 262 *в*), поперечины (фиг. 262 *г*), продольныхъ брусковъ (фиг. 262 *д*), подкосовъ (фиг. 262 *е*) и связей (фиг. 262 *ж*).

Ферма образуется изъ двухъ конечныхъ и промежуточныхъ элементовъ, расположенныхъ въ 2 ряда такимъ образомъ, что стыки элементовъ одного ряда приходятся по серединѣ элементовъ другого ряда (фиг. 263), благодаря чему фермы выходятъ достаточно жесткими. Элементы скрѣпляются между собою болтами. Нижніе углы элементовъ скрѣпляются болтами съ двумя рядами нижнихъ поясовъ. Длина фермъ зависитъ отъ числа элементовъ, ее составляющихъ, и можетъ такимъ образомъ измѣняться на 3 метра (т. е. на $^1/_2$ длины элемента). Для полученія болѣе сильныхъ фермъ, элементы могутъ располагаться въ 2 яруса (фиг. 264). Фермы располагаются на 3 метра одна отъ другой и соединяются въ нижнихъ углахъ поперечинами. Въ концы поперечинъ упираются нижніе концы подкосовъ. Поперечины связываются 2 продольными брусками, опирающимися верхними полками на вертикальные уголки поперечинъ. Въ эти бруски вдвигаются деревянныя брусчатыя переводины, на которыя кладется настилка. Горизонтальные уголки *б*, *б* поперечинъ назначены для прикрѣпленія горизонтальныхъ связей. На фиг. 265 показанъ поперечный разрѣзъ моста.

Составныя части моста сдѣланы изъ стали.

Нижеслѣдующая таблица указываетъ вѣсъ и число составныхъ частей при разной длинѣ моста.

Составныя части моста.	Вѣсъ въ пудахъ.	Длина моста въ метрахъ.					
		6	9	12	15	18	21
		Число частей.					
Промежут. элем. . . .	8,86	2	4	6	8	10	12
Конечный »	6,16	4	4	4	4	4	4
Нижній поясъ	4,5	2	4	6	8	10	12
Поперечины	7,08	3	4	5	6	7	8
Продольн. брусья	4,50	4	6	8	10	12	14
Горизонт. связи . . .	0,80	4	6	8	10	12	14
Подкосы.	0,46	6	8	10	12	14	16
Болты большіе	$3\frac{2}{3}$ фн.	16	24	32	40	48	56
» мал.	$\frac{2}{3}$ фн.	32	48	60	74	88	102
Вѣсъ метал. частей моста	—	96,9	142,27	187,66	233	278,33	323,7
» 1 пог. метра моста	—	16,1	15,8	15,6	15,5	15,4	15,4

Сборка моста производится или на берегу, или на подмостяхъ на козлахъ, понтонахъ, плотахъ и пр. На деревянныя подкладки укладываютъ спачала поперечины и продольныя балки, скрѣпляютъ ихъ

между собою и соединяютъ горизонтальными связями. Потомъ ставятъ элементы фермъ, соединяютъ ихъ болтами съ поперечинами и ставятъ подкосы. При достаточномъ числѣ немного обученныхъ людей, сборка 21 метра моста производится въ 18 минутъ. Наименьшее число рабочихъ, потребныхъ для сборки—4 чел.

Наводка моста производится двояко: 1) Если есть судно, то мостъ собираютъ на берегу, кладутъ подъ него катки и, двигая впередъ, передаютъ оконечность моста на судно. Затѣмъ отталкиваютъ судно къ противуположному берегу и помощью рычаговъ и домкратовъ устанавливаютъ конецъ моста на устоѣ. 2) Если нѣтъ судна, то (ф. 266) спереди моста прикрѣпляютъ приставной носъ, длиною 9 метр. и вѣсомъ около 55 пуд., а на другомъ концѣ располагаютъ противовѣсъ около 150 пуд. Затѣмъ мостъ помощью катковъ надвигается на пролетъ. Для этого довольно усилія 18 чел.

Мостъ Эйфеля выдерживаетъ нагрузку до 75 пуд. на 1 кв. с. настилки или давленіе повозки въ 250 пудовъ. На опытахъ въ 1882 году по этому мосту много разъ проѣхала 2-хъ колесная повозка въ 250 пуд. Наибольшая стрѣла изгиба получилась въ $^2/_3$ дюйма $\left(\frac{1}{1300}\right.$ пролета$\left.\right)$. По окончаніи опыта стрѣла изгиба исчезла совсѣмъ.

Кромѣ моста этого вида Эйфелемъ предложенъ желѣзнодорожный мостъ для пролетовъ до 45 метровъ. Устройство этого моста уже нѣсколько сложнѣе. На фиг. 267—271 показано детальное устройство моста.

Для пролетовъ не болѣе 30 метровъ разборчатый желѣзнодорожный мостъ Эйфеля состоитъ изъ 14 элементовъ и 3 сортовъ болтовъ.

Промежуточный и конечный элементы (ф. 267 *а* и *б*) схожи съ элементами предъидущаго типа, но промежуточный элементъ безъ стойки. Длина его 6 метровъ, высота 3 метра. Элементы устанавливаются, какъ и въ предъидущемъ случаѣ, т. е. одинъ заходитъ на половину другого, но всѣ элементы располагаются затяжками внизъ. Для образованія верхняго пояса служатъ полосы *в* и *г*. Стойки отдѣлены отъ элементовъ и двухъ сортовъ: среднія—ф. 267 *д* и конечныя *е*. Стойки съ элементами соединяются вверху помощью особыхъ накладокъ *ж*, къ вертикальной стѣнкѣ которыхъ онѣ прикрѣпляются 5-ю болтами. Накладки въ свою очередь скрѣпляются болтами съ планками элементовъ. Для нижняго соединенія стоекъ и элементовъ употребляются плоскія горизонтальныя подкладки или подушки, скрѣпляемыя съ элементами 4 болтами (1—4). Со стой-

ками подкладка соединяется двумя болтами (5 или 6). Къ этимъ же подкладкамъ прикрѣпляются и горизонтальныя діагональныя связи. Поперечныя балки *и* опираются на затяжки элементовъ и прибалчиваются къ стойкамъ 5 болтами. Продольныя балочки *к* укладываются между поперечными такимъ же способомъ, какъ и въ предъидущемъ типѣ. Накладки *м* и *н* служатъ для усиленія стыковъ элементовъ и верхняго пояса. Наконецъ діагональная связь *л* въ видѣ уголка и подкосъ *о* для усиленія скрѣпленія поперечной балки со стойкою. Въ мостахъ болѣе 30 метровъ горизонтальныя связи располагаются и по верхнему поясу фермъ, и усиливаются поперечными связями *р*.

Желѣзнодорожный мостъ состоитъ изъ двухъ двойныхъ фермъ. Двойная ферма состоитъ изъ двухъ обыкновенныхъ, состоящихъ каждая изъ двойного ряда элементовъ. Помощью стоекъ 2 обыкновенныя фермы соединяются въ двойную. Для той же цѣли употребляются и болты съ муфтами, проходящіе черезъ пересѣченіе раскосовъ. Двухъярусныя фермы составляются, какъ показано на ф. 268 *б*. На ф. 268 *а* и *б* сплошною чертою показаны элементы, составляющіе одинъ рядъ обыкновенной фермы, пунктиры — элементы другого ряда той же фермы.

Въ слѣдующей таблицѣ указанъ вѣсъ элементовъ и число ихъ необходимое для устройства мостовъ разной длины.

НАЗВАНІЕ ЧАСТЕЙ.	Вѣсъ въ килограм.	Число частей для моста длиною: метровъ.					
		15	18	21	24	27	30
Промежуточный элементъ	400	16	20	24	28	32	36
Конечный.	280	8	8	8	8	8	8
Верхняя продольная связь (6 м.)	192	16	20	24	28	32	36
» » полусвязь (3 м.)	97	8	8	8	8	8	8
Промежуточн. стойка	140	8	10	12	14	16	18
Конечная »	270	4	4	4	4	4	4
Накладка для стоекъ	99	12	14	16	18	20	22
Подушка нижняго пояса	27	12	14	16	18	20	22
Поперечныя балки	440	6	7	8	9	10	11
Продольныя »	140	10	12	14	16	18	20
Подкосы	26	12	14	16	18	20	22
Діагональная связь	37	10	12	14	16	18	20
Накладки нижнія	10	16	20	24	28	32	36
» верхнія	6	16	20	24	28	32	36
Болты большія съ пружин. шайбами	$2_{,28}$	240	280	320	360	400	440
» малыя » »	$0_{,51}$	357	422	487	552	617	682
» съ муфтами » »	$6_{,84}$	10	12	14	16	18	20
Общій вѣсъ моста: въ тоннахъ	—	$21_{,22}$	26	$29_{,79}$	$33_{,18}$	$37_{,38}$	$41_{,78}$
» » » пудахъ .	—	1315	15'1	1811	2050	2290	2534

Мостъ сбирается на невысокихъ городкахъ изъ шпалъ.

Наводка моста производится накатомъ помощью 2 катучихъ телѣжекъ, двигающихся по двойному рельсовому пути, длина котораго: на берегу, гдѣ сбирается мостъ, д. б. 45 метровъ, на противуположномъ—17 метровъ. При заводкѣ спереди къ мосту прикрѣпляется носъ (avant-bec), разборчатый и устроенный по типу мостовыхъ фермъ. Длина носа 21 метръ, вѣсъ около 60 пуд. Катучія телѣжки могутъ быть замѣнены неподвижными катками въ 11 метрахъ одинъ отъ другого. Устанавливается на мѣсто мостъ помощью домкратовъ.

Въ 1886 году во Франціи на ж. д. Questembert-Ploërmel съ этимъ мостомъ производились опыты, причемъ при проходѣ двухъ паровозовъ стрѣла прогиба получилась въ $^1/_{1154}$ пролета.

Время сборки и установки $55^3/_4$ часа.

На опытахъ у насъ въ 1890 г. въ г. Ораніенбаумѣ (Балт. ж. д.). Мостъ Эйфеля, длиною 30 метровъ, былъ собранъ и установленъ въ 32 часа. По мосту были пропущены 2—трехъ-осные паровоза въ рабочемъ состояніи осадка въ зависимости отъ скорости движенія (не превышавшей 20 верстъ) была 18—27 миллиметровъ ($^1/_{1444}$—$^1/_{1111}$).

Мостъ итальянскаго инженера А. Коттрау (фиг. 272) состоитъ изъ 3 составныхъ частей и болтовъ. Рама *А*—изъ угловой стали—представляетъ собою готовую панель фермы; вѣситъ около 6 пуд. *В* и *С*—стальныя полосы. Первая кладется поверхъ звеньевъ *А* для усиленія поясовъ фермы, вторая перекрываетъ стыки полосъ *В*. Длина пролетовъ можетъ доходить до 60 метровъ. Составляя ферму, можно звенья *А* стыкать узкою или широкою стороною и ставить ихъ въ нѣсколько ярусовъ, отчего можно получить фермы желаемой силы (ф. 273 *б*).

Мостъ длиною 15 метровъ, вѣситъ до 200 пуд. и выдерживаетъ 250—300 пуд. сосред. груза или до 600 пуд. равномѣрно распредѣлен. Мостъ въ 25 метровъ вѣситъ около 360 пуд.

Въ Италіи, близъ Кастеллямаре въ 1884 году были произведены опыты надъ мостами, длиною въ 20,6 м., причемъ временная равномѣрн. распредѣленная нагрузка доходила до 17 пуд. на 1 к. ф.

Элементы Коттрау удобны тѣмъ, что могутъ служить нетолько для устройства пролетныхъ частей моста, но и для устройства устоевъ (ф. 273 *а*). Недостатокъ фермъ системы Коттрау заключается въ малой ихъ жесткости.

Мостъ Анри для всѣхъ родовъ оружія. Въ противуположность двумъ предъидущимъ мостамъ фермы, моста Анри образуются не изъ звеньевъ, а изъ разной длины стальныхъ балочекъ, такимъ образомъ, что въ разобранномъ видѣ мостъ этотъ представляетъ рядъ брусьевъ разной длины (не болѣе 3,6 метра, т. е. около 12 ф.)

благодаря чему мосты этой системы гораздо удобнѣе при перевозкахъ и храненіи, чѣмъ мосты предъидущихъ системъ.

Разсматриваемый мостъ состоитъ изъ слѣдующихъ составныхъ частей (фиг. 274):

Поясовъ *A* двутавроваго сѣченія,	вѣсомъ	70	кил.	и длиною	3,50 м.
Раскосовъ *B* »	»	26	»	»	3,60 »
Стоекъ *C* трубчатаго »	»	25	»	»	1,70 »
Поперечинъ *Д* двутавроваго »	»	76	»	»	3,15 »
Продольныхъ балокъ *E* двутавр. сѣченія		74	»	»	3,00 »
Горизонтальн. связей		16	»	»	3,50 »

Части эти соединяются между собою болтами.

Длина моста можетъ доходить до 30 метровъ.

Вѣсъ моста этой системы длиною 24 м. со всѣмъ необходимымъ для его сборки и наводки, составляетъ около 600 пуд. *), т. е. около 25 пуд. 1 пог. метръ. Такимъ образомъ мостъ этотъ нѣсколько тяжелѣе моста Эйфеля.

Наводка моста производится такимъ же образомъ, какъ и моста Эйфеля, но вмѣсто особаго носа въ мостѣ Анри употребляютъ тѣ-же элементы, что и для самого моста и составляютъ мостъ на 4 панели, т. е. на 12 метр. длиннѣе требуемаго пролета. Если мостъ имѣетъ нѣсколько пролетовъ, то добавочныхъ частей можетъ и не быть. Въ этомъ случаѣ мостъ собирается на берегу сразу на всю свою длину или на половину, если сборка можетъ производиться на обоихъ берегахъ сразу, на промежуточныхъ опорахъ устанавливаютъ катки и затѣмъ накатываютъ мостъ, помощью воротовъ, лебедокъ и т. п.

Кромѣ этого типа Анри предложены другіе болѣе легкіе и болѣе тяжелые типы мостовъ въ зависимости отъ величины нагрузки. Сверхъ того частями моста Анри можно пользоваться и для устройства устоевъ.

Мосты системы Анри во Франціи были подвергнуты продолжительному испытанію, которое они выдержали безукоризненно. Испытаніе это заключалось въ постройкѣ и эксплоатаціи этого моста въ теченіи болѣе одного года (6 іюля 89— сентября 90), на р. Var, близъ Ниццы, на военной дорогѣ Тулонъ-Ницца.

Требованія, предъявленныя къ этому мосту, заключались въ слѣдующемъ: на изготовленіе всѣхъ необходимыхъ для него частей, на перевозку ихъ къ мѣсту постройки, на сборку и установку назначено 45 дней, по мосту должны двигаться всѣ роды военныхъ грузовъ, онъ долженъ выдержать нагрузку въ 1,200 кил. на

*) Въ числѣ 600 пуд. входитъ и вѣсъ 12 метровъ моста, составляющихъ его носъ.

1 пог. метръ ($22\frac{1}{2}$ п. 1 пог. ф.), ширина моста 3,5 м., наибольшій вѣсъ 4-хъ-колесн. повозки—4 тонны (250 пуд.), по немъ должна быть проложена переносная ж. д. съ колеею въ 0,6 метра (2 ф.), на которой двигаются вагонеты вѣсомъ въ 4 тонны. Мостъ длиною въ 370 метровъ былъ разбитъ на 18 пролетовъ по 21 метру каждый. Высота фермъ 2 метра (фиг. 275). Вѣсъ 1 пог. метра моста былъ 30 пуд. ($9^1/_2$ пуд. 1 пог. ф.). Весь матеріалъ былъ заготовленъ заводомъ въ 33 дня. Для сборки и накатыванія были заготовлены особые домкраты и лебедки. Устои состояли изъ двойнаго ряда свай, забитыхъ въ 14 дней во время заготовки матеріала. Мостъ былъ нагруженъ въ 8 часовъ на поѣздъ. На каждый вагонъ укладывали по цѣлому пролету. Для сборки и наводки моста были назначены 1 сап. рота и 1 пѣхотн., всего до 240 рабоч. при 3 сап. и 3 пѣх. офицерахъ. Мостъ былъ собранъ и установленъ на мѣсто въ 52 часа (т. е. около 7 метровъ или 23 ф. въ часъ). Сборка и наводка производилась съ обоихъ береговъ.

Кромѣ этихъ типовъ, Анри предложены также типы желѣзно-дорожн. мостовъ которые послѣ испытанія ихъ уже приняты во Франціи съ 1887 г. для потребностей военнаго времени. Въ настоящее время разборчатые желѣзно-дорожные мосты употребляются уже на нѣкоторыхъ французскихъ жел. дор. для устройства времен. ныхъ мостовъ при перестройкѣ или возстановленіи постоянныхъ.

Анри предложено 3 типа жел.-дор. мостовъ: для пролетовъ 6—33 м., отъ 33—40 и отъ 40—60. Мостъ каждаго изъ этихъ типовъ составляется изъ слѣдующихъ 7 элементовъ: поясъ, стойка, раскосъ, поперечина, горизонтальная связь, продольная балочка и накладокъ. Болтовъ 5 сортовъ. Наибольшій вѣсъ отдѣльной части—450 кил (около 28 пуд.), наибольшая длина 5 метр. (около 17 фут.). Вѣсъ моста безъ рельсовъ и шпалъ: 1-го типа $28^1/_2$ п. на 1 пог. ф., 2-го—41 п. на 1 пог. ф., 3-го—49 п. на 1 пог. ф. Время сборки 12—53 час., смотря по длинѣ пролета.

Первый типъ, служащій основою для двухъ остальныхъ, состоитъ изъ двухъ двойныхъ фермъ, высотою 3,5 метра (фиг. 276—277),

Верхній поясъ трубчатый, нижній составленъ изъ продольныхъ двутавровыхъ балочекъ. Стойки трубчатыя (фиг. 278) охватываютъ своими концами верхній и нижній поясъ. Стойки такъ разсчитаны, что могутъ служить и опорными для 1-го типа. Раскосы сжатые—трубчатаго сѣченія, растянутые—полосовые. Для составленія фермы сначала связываются треугольники абв, а'б'в', приставляются одинъ къ другому и стягиваются стойками. Поперечина особаго устройства (фиг. 268) соединяется съ каждою изъ стоекъ двумя болтами. Между поперечинами кладутся 2 продольныхъ балочки, служащія опорою для шпалъ.

Второй типъ получается изъ перваго, замѣняя стойки другими, болѣе высокими 4,5 метра). Всѣ остальныя части тѣ-же, что и въ 1-мъ типѣ, кромѣ одного: раскосы здѣсь составляютъ съ горизонтомъ уголъ уже не въ 45°, а въ 70. Поэтому концы ихъ прикрѣпляются одинъ какъ и прежде: къ накладкѣ стойки, а другой къ накладкѣ, прикрѣпленной къ срединѣ поясовъ. Такое видоизмѣненіе усиливаетъ пояса и позволяетъ при накатываніи моста устанавливать вспомогательныя стойки для уменьшенія свободной длины поясовъ. подвергающихся при этой операціи весьма большимъ напряженіямъ.

Третій типъ получается изъ перваго, дѣлая фермы двухъ-ярусными и связывая ихъ вверху особыми поперечинами вѣсомъ въ 410 кил. Опорныя стойки замѣняются здѣсь другими, болѣе прочными, вѣсъ которыхъ доходитъ до 650 кил. Конечныя поперечины тоже особаго типа и имѣютъ вѣсъ до 800 кил. (50 пуд.).

Разборчатые устои Анри показаны на фиг. 279. Длина и ширина устоевъ можетъ быть удвоена, утроена смотря по надобности. Такой устой высотою 20 м. вѣситъ около 36 тоннъ (2.200 пуд.) и при готовомъ основаніи можетъ быть собранъ въ 30 час.

15 мая 1890 года на инженерномъ полигонѣ въ Версали былъ поставленъ двухпролетный мостъ Анри (фиг. 280), длиною 94 м. и 7 метровъ высотою. Саперами мостъ былъ собранъ на одномъ берегу въ 30 час. и въ 80 мин. накатанъ на мѣсто и установленъ на опорные катки. Вѣсъ моста около 200 тоннъ (12.000 пуд.).

Въ 1886 г. на опытахъ на жел. дор. Questembert-Ploërmel мостъ Анри, длиною 30 м., былъ установленъ въ $32^1/_2$ час. Такая быстрота сборки и наводки металлическихъ разборчатыхъ ж.-д. мостовъ становится особенно поразительною, если принять во вниманіе, что въ войну 1870—71 года для возстановленія жел.-дор. мостовъ требовалось до 15 дней для моста 10—20 метровъ, 25—30 дней для длины болѣе 20 метр. и до 50 дней для мостовъ длиною 50—60 метровъ. Приблизительно на устройство деревянныхъ желѣзно-дорожн. мостовъ требовалось около 1 дня на каждый пог. метръ длины моста.

Кромѣ вышеописанныхъ металлическихъ разборчатыхъ мостовъ, пригодныхъ для движенія всякаго рода грузовъ и для всякой длины пролетовъ, въ послѣднее время швейцарскимъ инженеромъ *Пфундомъ* предложены металлическіе козловые мосты, которые по вѣсу легче Бираговскихъ и удобнѣе ихъ устанавливаются на мѣсто. Въ настоящее время эти козла находятся только въ періодѣ испытанія, а потому нельзя еще сдѣлать о нихъ какое-либо рѣшительное заключеніе.

Козелъ Пфунда (фиг. 281—2) состоитъ изъ: 1) козловой перекладины въ видѣ пустотѣлаго цилиндра *C*, въ концы которой задѣланы немного изогнутые цилиндры *EE*, и 2) 4 пустотѣлыхъ ногъ *P,P*, вставляемыхъ въ обоймы *G* муфтъ *M*, надѣтыхъ на концы *E,E* перекладины, вокругъ которыхъ эти муфты могутъ свободно вращаться независимо одна отъ другой. Ноги *P* свободно двигаются въ обоймахъ, пока не зажаты клиномъ *A* (фиг. 282), скользящимъ въ уширеніи *H* обоймицъ *G*. Движеніе клина производится помощью рычага *L* и штангъ *B*.

Такимъ образомъ, при наводкѣ моста, каждая изъ ногъ можетъ быть вдвинута въ обоймы, пока не достанетъ дна. Ноги предполагается снабжать шпорами.

Промежуточный козелъ отличается отъ вышеописаннаго тѣмъ, что онъ двуногій, для чего на концы перекладины надѣто по одной муфтѣ *M*, а не по двѣ, какъ въ предъидущемъ.

Верхнее строеніе состоитъ изъ двутавровыхъ балокъ и деревянной настилки. Концы балокъ лежатъ на перекладинѣ и помощью деревянныхъ клиньевъ укрѣпляются въ заранѣе приготовленныхъ для нихъ гнѣздахъ *cc*.

Длина пролетовъ 6,7 метра (22 ф.), ширина 2,4 метра (8 ф.). Мостъ разсчитанъ на повозки вѣсомъ 120—135 пуд. и на 68 пуд. на 1 кв. саж. при равномѣрно распредѣленномъ грузѣ. Вѣсъ 1 пролета около 65 пуд.

Наводка моста. Сначала на берегу сбираютъ раму, составленную изъ козловой перекладины и двухъ крайнихъ переводинъ. Раму эту помѣщаютъ на береговой лежень и выдвигаютъ ее впередъ (фиг. 283). Въ это время 2 рабочихъ, стоя на перекладинѣ, вставляютъ ноги и упираются двумя изъ нихъ въ дно такъ, чтобы ноги приходились подъ угломъ, около 60° къ горизонту и затѣмъ закрѣпляютъ ноги клиньями. Когда это сдѣлано, рабочіе (на берегу) отталкиваютъ всю систему впередъ, пока ноги, упиравшіяся въ дно, не примутъ положенія симметричнаго съ первымъ (см. фиг. 283 пунктиръ). Затѣмъ рабочіе на перекладинѣ освобождаютъ вто-

рую пару и опускаютъ ихъ до дна подъ угл. 60°, закрѣпляютъ ихъ клиньями, послѣ чего рабочіе на берегу снова отталкиваютъ раму и т. д. пока переводины не выдвинутся на всю ихъ длину. Затѣмъ, если надо, подводятъ промежуточный козелъ, послѣ чего укладываютъ остальныя переводины и настилку.

По заявленію завода, изготовляющаго эти козла, одинъ пролетъ можетъ быть установленъ въ $3^1/_2$—4 минуты.

109. *Сохраненіе мостовъ.* Для сохраненія мостовъ въ полной исправности необходимо принять мѣры къ тому, чтобы:

1) мосты были предохранены отъ нападенія непріятеля;

2) къ мостамъ прегражденъ былъ по водѣ доступъ непріятельскихъ судовъ, брандеровъ и другихъ предметовъ, могущихъ повредить мостъ;

3) всѣ поврежденія, происходящія въ мостѣ отъ порчи его составныхъ частей, или отъ вѣтра, льда и пр. были немедленно исправляемы т. е.—чтобы былъ организованъ *техническій надзоръ за мостомъ.*

4) мосты не повреждались переправляющимися войсками и грузами.

1) Оборона переправъ и устройство предмостныхъ укрѣпленій, а равно обезпеченіе мостовъ отъ нечаянныхъ нападеній непріятеля разсматриваются въ курсахъ тактики и фортификаціи, а потому здѣсь достаточно ограничиться только указаніями тѣхъ общихъ требованій, которымъ должны удовлетворять укрѣпленія для обороны головы мостовъ отъ атаки и нечаянныхъ нападеній непріятеля.

Позиція, выбранная для обороны головы мостовъ, кромѣ условій общихъ для всякаго рода оборонительныхъ позицій, должна прикрывать мостъ отъ *взоровъ и выстрѣловъ* непріятеля, поэтому она должна быть удалена отъ моста на надлежащее разстояніе. Только въ томъ случаѣ, когда для обороны моста назначенъ небольшой отрядъ, который не въ силахъ занять позицію, обезпечивающую мостъ отъ взоровъ и выстрѣловъ противника, позиція выбирается такимъ образомъ, чтобы она прикрывала мостъ *хотя бы только отъ взоровъ непріятеля.*

Фланги предмостной позиціи должны упираться въ рѣку. Хорошо, если они поддерживаются укрѣпленіями противоположнаго берега. Внутренность позиціи должна быть достаточна для перестроеній переправляющихся войскъ изъ походнаго порядка въ боевой и обратно и для расположенія на отдыхѣ отряда, обороняющаго

предмостную позицію. Внутренность позиціи должна быть приспособлена для упорной постепенной обороны каждаго ея шага. Вблизи головы моста долженъ быть *сомкнутый редюитъ*, подъ прикрытіемъ котораго можно въ случаѣ нужды разрушить или развести мостъ.

Для обезпеченія отъ нечаянныхъ нападеній всѣ доступныя части моста должны быть обнесены какими-либо огражденіями или искусственными препятствіями; въ этихъ загражденіяхъ при въѣздѣ на мостъ оставляется проходъ, закрываемый воротами или рогатками и т. п. во все время, свободное отъ переправы. Внутри этихъ загражденій устраиваются землянки или бараки для помѣщенія мостовой команды.

110. *Для преграждения доступа къ мосту по водѣ* необходимо организовать наблюденіе за рѣкою и заградить ея ложе. Съ этою цѣлью въ $1-1^1/_2$ и болѣе верстахъ выше моста располагаются наблюдательные посты (брандвахты) съ лодками, якорями и другими принадлежностями для перехватыванія плывущихъ по рѣкѣ предметовъ и для буксированія ихъ къ берегу. Посты эти въ случаѣ надобности располагаются и ниже моста; для охраны ихъ назначаются особыя части войскъ и устраиваются укрѣпленія.

Ложе рѣки заграждается, смотря по обстоятельствамъ, выше и ниже моста минами, проволочными или рыбачьими сѣтями, плавающими бонами, эстокадами, ряжами и пр.

Мины располагаются въ 2—3 верстахъ отъ моста въ нѣсколько рядовъ и въ такомъ разстояніи одна отъ другой, чтобы непріятельскія суда не могли пройти черезъ ихъ линію безнаказанно.

Сѣти перетягиваются поперекъ всей рѣки и дѣлаются глубиною до 2—3 саж., поддерживаются поплавками на якоряхъ. Къ нижнему краю ихъ привѣшиваютъ грузы, помощью которыхъ онѣ удерживаются въ вертикальномъ положеніи (фиг. 284).

Боны состоятъ изъ звеньевъ, составленныхъ изъ 1—2—3 бревенъ каждое, связанныхъ между собою помощью цѣпей, крючьевъ и т. п. (фиг. 285). Бревна звена стягиваются между собою цѣпями, хомутами и т. д. Боны удерживаются на мѣстѣ помощью якорей и свай, забитыхъ въ рѣкѣ. Для ослабленія ударовъ о боны полезно передъ ними протягивать канаты, поддерживая послѣдніе поплавками.

Эстокады состоятъ изъ ряда свай (фиг. 286), соединенныхъ между собою насадками или помощью плавающихъ бревенъ.

Боны и эстокады требуютъ для своего устройства много матерьяла, времени и рабочихъ. Устройство ихъ на рѣкахъ съ быстрымъ теченіемъ довольно затруднительно. Они удаляются отъ моста на такое разстояніе, чтобы была возможность развести мостъ прежде, чѣмъ предметъ, прорвавшійся сквозь ихъ линію, успѣлъ дойти до моста. Т. об. чѣмъ скорость теченія болѣе, тѣмъ эти загражденія должны быть болѣе удаляемы отъ моста.

Ряжи располагаются поперекъ рѣки, длинною стороною перпендикулярно къ теченію. Устройство ихъ такое же, какъ и при устройствѣ мостовыхъ опоръ.

Всѣ эти загражденія располагаются поперекъ рѣки подъ нѣкоторымъ угломъ къ теченію. Величина этого угла тѣмъ болѣе, чѣмъ теченіе слабѣе: этимъ хотя и удлиняется линія загражденій, за то облегчается притягиваніе къ берегу предметовъ, наносимыхъ теченіемъ на эти загражденія. Если тальвегъ рѣки идетъ не посрединѣ ея, то низовой конецъ загражденій располагается у берега, наиболѣе удаленнаго отъ тальвега, такъ какъ при этомъ легче вытаскивать изъ воды предметы, притянутые къ берегу.

Для большой безопасности полезно въ ночное время освѣщать рѣку электричествомъ и выставлять на самую рѣку особые наблюдательные посты на лодкахъ.

111. Для сохраненія моста отъ порчи назначается особая мостовая команда, обязанная наблюдать какъ за исправнымъ состояніемъ моста, такъ и за соблюденіемъ переправляющимися войсками всѣхъ предписанныхъ для совершенія переправы правилъ.

Особенно тщательно слѣдуетъ наблюдать за исправностью пловучихъ мостовъ, при этомъ:

1) Для наблюденія за ординаромъ забиваютъ въ дно рѣки рейку съ дѣленіями (футштокъ).

2) Всѣ якорные канаты должны быть туго натянуты. Если канатъ слабѣетъ, подается легко при выбираніи и дрожитъ въ рукѣ, то это указываетъ, что якорь ползетъ: надо завести запасный якорь, а прежній поднять.

3) По мѣрѣ прибыли воды ослабляютъ канаты и поднимаютъ береговыя пристани. При внезапной сильной прибыли лучше мостъ развести; если же этого нельзя, то надо укрѣпить его запасными якорями.

4) Если грунтъ рѣки иловатый, якоря слѣдуетъ черезъ день вытаскивать и вновь закладывать, иначе якоря засасываются въ дно

(носъ понтона погружается, какъ и отъ насѣвшей на канатъ корчаги), и канаты могутъ разорваться.

5) Всѣ штропы должны быть туго затянуты.

6) Если глубина рѣки станетъ менѣе 2 ф. то пловучій устой долженъ быть замѣненъ постояннымъ.

7) Всякое поврежденіе частей моста, какъ бы ни казалось оно ничтожнымъ, должно быть немедленно исправляемо.

8) При сильныхъ вѣтрахъ: завозятся запасные якоря, носы судовъ покрываются брезентами и чаще осматриваютъ якорные канаты. При сильной качкѣ переправа кавалеріи и обозовъ прекращается, а пѣшіе пропускаются по одиночкѣ.

9) При ледоходѣ канаты обмерзаютъ и могутъ лопаться, почему полезно замѣнять ихъ цѣпями. При нетолстомъ льдѣ на канаты можно надѣть желѣзныя трубы, удерживая ихъ бичевкою на уровнѣ ледохода. Не слѣдуетъ допускать скопленія льда передъ носами судовъ и обмерзанія послѣднихъ. Кромѣ якорей, суда удерживаются канатами, закрѣпленными на берегу. Наконецъ для пропуска льда время отъ времени выводятъ выводные паромы.

112. *Во время производства переправы.* Мостовая команда выставляетъ караулы у головъ моста и посылаетъ по 1 или нѣсколько человѣкъ на каждый изъ устоевъ. Войска должны двигаться медленно, съ наблюденіемъ установленныхъ интерваловъ. Тотъ строй, въ которомъ идутъ по мосту, войска принимаютъ не ближе, какъ за 100 шаговъ передъ мостомъ. Этотъ строй измѣняется въ походный тоже не ближе 100 шаговъ отъ головы моста.

Пѣхота переправляется по понтоннымъ мостамъ вздвоенными рядами, по прочимъ—смотря по ихъ ширинѣ. Люди идутъ не въ ногу. Между ротами оставляется взводная дистанція, между батальонами—4-хъ-взводная. Не слѣдуетъ позволять вести лошадей непосредственно передъ пѣхотою.

Кавалерія спѣшивается въ 100 шагахъ отъ моста, переправляется по понтоннымъ мостамъ рядами, по прочимъ—смотря по ихъ ширинѣ. Между эскадронами оставляется взводная дистанція.

Артиллерія переправляется въ одно орудіе въ 20 шагахъ дистанціи между дуломъ передняго и головою передней лошади слѣдующаго орудія или ящика. Офицеры, фейерверкеры и уносные ѣздовые спѣшиваются. Уносы отстегиваются и ведутся въ поводу, ваги несутся на рукахъ, натягивая постромки. Прислуга идетъ за орудіями. Въ конной артиллеріи прислуга спѣшивается. Дистанція

между орудіями 50 шаговъ. Между батареями оставляется дистанція вдвое большая, чѣмъ между орудіями.

Осадныя орудія переправляются не ближе 100 саж. одно отъ другого.

Обозы переправляются также какъ и артиллерія. Въ запряжкѣ оставляются только 2 лошади, остальныя ведутся *въ поводу*. Ѣздовые съ козелъ не слѣзаютъ.

Рогатый скотъ передъ переправой долженъ быть напоенъ. Первая скотина ведется вожакомъ на веревкѣ, остальныя, одна за другой, по одиночкѣ. Надо наблюдать, чтобы при съѣздѣ съ моста не происходило столпленія войскъ и грузовъ.

Для переправы по понтонному мосту одной пѣхотной дивизіи съ ея артиллеріею нужно около 4 час. времени, для переправы корпуса—около 10 час.

Если мосту угрожаетъ сильный напоръ большой толпы, слѣдуетъ загородить входъ на мостъ или же разобрать одно или нѣсколько ближайшихъ къ берегу звеньевъ настилки, и быть готовымъ съ оружіемъ въ рукахъ отразить всякое покушеніе добраться до моста. Если такой напоръ образовался на самомъ мостѣ, то, остановивъ впускъ на мостъ, надо возстановить возможно быстрѣе порядокъ и затѣмъ, смотря по обстоятельствамъ, направить находящихся на мосту на тотъ или другой берегъ.

113. *Разрушеніе мостовъ* можетъ быть произведено различно, смотря по цѣли, съ которою эти мосты разрушаются, по роду мостовъ, имѣющемуся времени и средствамъ.

При разрушеніи мостовъ, могущихъ впослѣдствіи понадобиться для нашихъ войскъ, порча моста должна быть сдѣлана только въ тѣхъ предѣлахъ, чтобы замедлить непріятелю переправу по этому мосту и чтобы по овладѣніи мостомъ вновь не пришлось бы терять много времени на его возстановленіе, чѣмъ можетъ стѣсниться дальнѣйшее дѣйствіе нашихъ войскъ. Для такой кратковременной порчи деревянныхъ мостовъ разбирается настилка съ переводинами. Пловучіе мосты разводятся къ нашему берегу, якорные канаты увозятся. На металлическихъ мостахъ разбирается верхнее строеніе. Каменные баррикадируются или разрушается наименьшій пролетъ.

Для порчи болѣе капитальной деревянные мосты сжигаются или взрываются, металлическіе портятся инструментами или взрывомъ; каменные взрываются.

Для сжиганія составныя части деревянныхъ мостовъ обертываются соломою, паклею, обливаются кероспномъ. На настилкѣ раскладываютъ костры изъ соломы, щепы, дровъ, хворосту и т. д.

Подрываніе деревянныхъ мостовъ сводится къ подрыванію отдѣльныхъ бревенъ или брусьевъ, составныхъ балокъ и свай. Общія правила, соблюдаемыя при этомъ слѣдующія: 1) при разрушеніи брусьевъ, зарядъ располагается на широкой грани и длина его должна быть равна или лишь немногимъ менѣе ширины этой грани (ф. 287). 2) При разрушеніи бревенъ длина заряда должна быть не менѣе діаметра бревна и самые заряды располагаются паралельно оси бревна (ф. 288). 3) Величина заряда опредѣляется по таблицѣ. Приложенія 9. 4) Для усиленія дѣйствія зарядъ прикрывается дерномъ, мѣшками и т. п. 5) Для разрушенія свай зарядъ привязывается или на наружной поверхности сваи, или кладется въ буровыхъ скважинахъ или въ промежуткахъ между сваями. 6) Если зарядъ располагается подъ водою, величина его можетъ быть уменьшена вдвое. 7) Между сваями заряды располагаются только при взаимномъ разстояніи послѣднихъ неболѣе $2^1/_2$ ф. Въ этомъ случаѣ сваи 11—20 д. толщиною могутъ быть разрушены 10 фн. зарядомъ пироксилина.

Инструментальная порча металлическихъ мостовъ заключается въ удаленіи болтовъ и срѣзываніи заклепокъ въ тѣхъ частяхъ фермы, которыя претерпѣваютъ наибольшія напряженія. Порча эта требуетъ много времени и особыхъ инструментовъ: ключей, зубилъ, пилъ и т. п., за то она не слышна издали.

При подрываніи металлическихъ мостовъ соблюдаютъ слѣдующее:

1) Заряды располагаютъ ближе къ устоямъ и такимъ образомъ, чтобы послѣ взрыва части мостоваго пролета при паденіи не могли упереться въ уцѣлѣвшія. Обыкновенно къ составнымъ частямъ рѣшетчатой фермы заряды подвѣшиваются по одной наклонной линіи, обращенной вершиною къ срединѣ пролет. (ф. 289).

2) Противъ болѣе толстыхъ частей фермы располагаютъ болѣе сильные заряды.

3) Форма заряда прямоугольная или квадратная, плотно прилегающая къ фермѣ наибольшею своею гранью.

4) Патроны располагаются только съ одной стороны балки и по возможности прикрываются дерномъ и пр.

5) При большихъ зарядахъ шашки располагаются въ нѣсколько рядовъ, какъ указано на фиг. 290.

6) Величина заряда опредѣляется по таблицамъ прилож. 9.

Каменные мостов. устои взрываются, закладывая заряды въ рукавахъ, выдѣланныхъ въ устояхъ. Зарядъ вычисляютъ, принимая за линію наименьшаго сопротивленія толщину стѣны рукава. При толщинѣ устоя до 5 ф. пороху потребно до 7 пуд.; при 9 ф.—до 12 пуд.

Каменныя арки взрываются или зарядами, расположенными въ крестообразныхъ бороздахъ въ ключѣ свода зарядомъ пороха до 5 пуд. или же зарядъ подвѣшивается подъ арку, причемъ величина его опредѣляется, принимая за линію наименьшаго сопротивленія разстояніе отъ поверхности мостоваго полотна до центра заряда. Вычисленный такимъ образомъ зарядъ долженъ быть удвоенъ.

114. *Способъ возстановленія разрушенныхъ мостовъ* зависитъ отъ вида ихъ разрушенія и въ общемъ сводится или къ перекрытію уничтоженныхъ пролетовъ, или къ устройству устоевъ и верхняго строенія.

Выборъ системы устоевъ и верхняго строенія будетъ совершенно зависѣть отъ мѣстныхъ обстоятельствъ, т. е. отъ размѣровъ возстановляемой части моста, отъ превышенія мостоваго полотна надъ мѣстнымъ горизонтомъ, отъ имѣющихся средствъ и времени и т. п. Главнымъ руководящимъ основаніемъ при этого рода работахъ должно быть: *возможно быстрое возстановленіе сообщенія по мосту хотя бы только для отдѣльныхъ* людей. Достигнувъ этого, слѣдуетъ возможно скорѣе открыть сообщеніе для лошадей и наконецъ для повозокъ.

Поэтому при возстановленіи мостовъ прежде всего слѣдуетъ устраивать устои и перекрытія пролетовъ по типамъ полевыхъ мостовъ и, открывъ сообщеніе, уже приступить къ ихъ усовершенствованію.

При возстановленіи мостовъ рѣдко можно будетъ воспользоваться матеріаломъ отъ разрушенныхъ частей моста, такъ какъ, если онъ не будетъ вовсе уничтоженъ, то при разрушеніи моста изъ него образуются столь неправильныя нагроможденія, что для разборки ихъ придется иногда затратить несравненно больше времени, чѣмъ для самаго возстановленія моста изъ матеріаловъ, добытыхъ въ окрестностяхъ.

Если ширина поврежденнаго моста значительная, добыть ма-

теріалы неоткуда, то можно уменьшить ширину неразрушенной части моста до $10^{1}/_{2}$—10 ф., разобрать верхнее строеніе по остальной его ширинѣ и полученный отсюда матеріалъ употребить на возстановленіе уничтоженной части моста. При возстановленіи мостовъ могутъ оказать громадную пользу разборчатые *переносные мосты*, если они могутъ быть скоро доставлены къ мосту работъ.

На фиг. 291 указаны нѣкоторые частные случаи возстановленія мостовъ. На ф. 292 указано укрѣпленіе насадокъ на разрушенныхъ сваяхъ.

Перевозочные снаряды.

Переправа на лодкахъ, плотахъ, паромахъ и т. п.

115. *Переправы на лодкахъ, плотахъ, паромахъ* и т. д. производятся внѣ дѣйствія непріятеля или подъ выстрѣлами. Въ первомъ случаѣ войска могутъ быть переправляемы со всѣми предосторожностями, необходимыми для безопасности переправы. Во второмъ же случаѣ она сопряжена съ большими затрудненіями. Для совершенія такой переправы выбираютъ такія мѣста рѣки, гдѣ теченіе слабѣе, берега, особенно противуположный, не круты и не топки, гдѣ есть на нашемъ берегу закрытія, пользуясь которыми можно скрытно подвести къ рѣкѣ войска, гдѣ въ рѣку впадаютъ ручьи, каналы и т. п., позволяющіе укрыто собрать перевозные снаряды и устроить пристани. Мѣста отчала избираются нѣсколько выше пунктовъ причала судовъ на томъ берегу.

Передъ совершеніемъ переправы надо изслѣдовать рѣку, опредѣлить ея ширину, глубину, скорость теченія, мели, подводные камни и пр. Собранные суда осматриваются, опредѣляется ихъ подъемная сила (числомъ людей, могущихъ переправляться на нихъ), суда нумеруются и устанавливаются вдоль берега, легкія суда выше, болѣе тяжелыя ниже. Для удобства посадки пѣхоты устраиваютъ спуски или заготовляются изъ досокъ сходни. Въ крайности пѣхота можетъ садиться и безъ этихъ приспособленій, идя до лодокъ въ бродъ. Для кавалеріи и артиллеріи надо сдѣлать спуски и пристани. Послѣднія лучше устраивать на плавучихъ опорахъ, потому что при возвышеніи и пониженіи ординара воды такія пристани могутъ вмѣстѣ съ судами опускаться и подниматься.

Въ каждой лодкѣ для наблюденія за порядкомъ во время переправы и высадки назначается старшій. Во время переправы люди должны сохранять спокойствіе, не стрѣлять, не переходить съ одного мѣста на другое.

Кавалерія и артиллерія перевозятся только на большихъ палубныхъ судахъ или на паромахъ. Лошади становятся въ 2 или въ 1 рядъ. Въ первомъ случаѣ головами къ бортамъ, во второмъ случаѣ головами попеременно то къ одному, то къ другому борту. Орудія снимаются съ передковъ.

Въ крайности, за недостаткомъ судовъ, кавалерія переправляется такимъ образомъ: люди и вьюкъ на лодкахъ, а лошади вплавь, придерживая болѣе слабыхъ за поводъ.

При недостаткѣ лодокъ употребляются для переправы войскъ плоты. На плотахъ посадка, высадка и размѣщеніе войскъ удобнѣе, плоты по малой осадкѣ не требуютъ большой глубины, наконецъ плотъ представляетъ меньшую цѣль. За то управленіе плотами труднѣе, ихъ сноситъ теченіемъ и сѣвшій на мель плотъ труднѣе стащить, чѣмъ лодку.

116. *Паромы*, смотря по размѣрамъ судовъ и требуемой величины помоста, составляются изъ двухъ или болѣе судовъ.

Устройство паромовъ ничѣмъ не отличается отъ устройства судовыхъ мостовъ, только въ виду того, что ему приходится двигаться; всѣ составныя части его должны прочнѣе скрѣпляться между собою. Помостъ настилается такъ, чтобы кормы и носы судовъ оставались свободными. Переводины, поддерживающія помостъ, опираются или на борты судовъ или на козла, поставленные на дно судовъ.

На концы переводинъ насаживаются лобовые брусья.

Помостъ обносится перилами. Суда по носу и кормѣ скрѣпляются брусьями. Полезно также связать ихъ перекрестными канатами.

Кормила рулей связывается жердью. Суда на всякій случай снабжаются якорями и сходнями.

Опредѣленіе подъемной силы дѣлается подобно тому, какъ указано для судовыхъ мостовъ.

Для опредѣленія величины помоста могутъ служить слѣдующія данныя:

На одну квадр. саж. помѣщается до 10 чел. въ ранцахъ и до 13—14 безъ ранцевъ.

Одна лошадь занимаетъ площадь $1 \times {}^1/_2$ саж., вѣситъ 17—18 пудовъ.

Орудіе съ передкомъ занимаетъ площадь 6×14 ф.

Зарядный ящикъ занимаетъ площадь 6×14 ф.

117. Кромѣ переправы на веслахъ суда и паромы могутъ переправляться по канату, если только скорость теченія не велика и рѣка не шире 50 саж. Для этого перетягиваютъ черезъ рѣку канатъ и закрѣпляютъ концы его на берегахъ. Въ носовой части судна или парома укрѣпляютъ столбы съ отверстіями для блоковъ, въ которые пропускаютъ канатъ (фиг. 293). Во время переправы судну даютъ помощью руля такое направленіе, чтобы теченіе, ударяя въ его бокъ, ускоряло движеніе.

Паромъ можетъ двигаться по канату и одною только силою теченія. Для этого на канатъ надѣваютъ двойной блокъ (фиг. 294), черезъ который пропускаютъ и тонкій канатъ, закрѣпленный къ парому.

На берегахъ для причала парома устраиваютъ пристани.

118. *Самолетомъ* называютъ судно или паромъ, приспособленное для переправы черезъ рѣку только подъ дѣйствіемъ силы теченія. Для успѣшнаго дѣйствія самолета необходимо, чтобы скорость теченія была не менѣе $3^1/_2$ ф. и чтобы на избранномъ для переправы мѣстѣ не было мелей.

Успѣхъ переправы зависитъ: 1) отъ мѣста закидыванія якоря, 2) длины якорнаго каната и 3) отъ угла, составляемаго бортами судна съ направленіемъ теченія.

1) *Якорь* закидывается на срединѣ рѣки, если тальвегъ идетъ по срединѣ. Въ противномъ случаѣ—у берега наиболѣе отдаленнаго отъ тальвега, такъ какъ иначе судну пришлось бы совершать восходящую вѣтвь своего пути подъ давленіемъ наиболѣе слабаго теченія (фиг. 295).

2) Чѣмъ длиннѣе канатъ, тѣмъ лучше, но слишкомъ длинные канаты требуютъ большаго числа челноковъ для поддержанія, что замедляетъ движеніе самолета. Обыкновенно длина каната берется равною $1^1/_4$—$1^1/_2$ ширины рѣки.

3) Сила, приводящая самолетъ въ движеніе, пропорціональна нѣкоторому коэффиціенту, зависящему отъ вида подводной части его, и квадрату нормальной къ судну составляющей скорости теченія, т. е. величинѣ $аб^2$ (фиг. 296). Разлагая *аб* на 2 составляющія по направленію якорнаго каната и ему перпендикулярному,

получимъ вмѣсто *аб* двѣ силы *аг* и *ад*. Сила *аг* натягиваетъ канатъ, а *ад* двигаетъ самолетъ.

Наибольшая величина этой силы получается въ томъ случаѣ, когда ось самолета съ направленіемъ теченія составляетъ уголъ, 54°56′ (arcsin)=0,81854).

Практически бокъ судна долженъ раздѣлять пополамъ уголъ, образуемый теченіемъ и перпендикуляромъ къ канату (фиг. 297 уголъ аоб=бов).

На практикѣ обыкновенно поступаютъ такъ: отваливъ отъ берега носъ самолета направляютъ сперва въ средину рѣки, потомъ постепенно измѣняютъ направленіе для пріобрѣтенія большей скорости и подходя къ берегу постепенно уменьшаютъ уголъ уклоненія и причаливаютъ къ пристани бокомъ.

При большой ширинѣ рѣки можно устроить два самолета, которые доходили бы только до парома, утвержденнаго на срединѣ рѣки на якоряхъ (фиг. 298).

Самолетъ можетъ ходить на двухъ канатахъ, закрѣпленныхъ на берегахъ (фиг. 299) въ *а* и *б*. Идя отъ праваго берега самолетъ будетъ описывать дугу *в*, а обратно—дугу *г*. Для перехода отъ лѣваго берега къ правому надо бичевою подтянуть самолетъ на столько, чтобы онъ могъ спуститься на канатѣ Г по кривой *г*.

119. *Составныя части самолета:* паромъ съ рамой (фиг. 300) или безъ нея (фиг. 301), канатъ съ якоремъ, воротъ для укрѣпленія каната, челноки, запасные якоря.

Суда, составляющія паромъ, выбираются наиболѣе длинными и ставятся далѣе одно отъ другого, хотя при этомъ ширина настилки (т. е. въ направленіи, перпендикулярномъ къ судамъ) должна быть не болѣе длины (т. е. въ направленіи параллельномъ къ судамъ). Носы судовъ соединяются брускомъ, также какъ и кормила рулей.

Рама, назначаемая для поддержанія якорнаго каната, устанавливается въ носовой части парома въ $^1/_3$ длины судна. Высота рамы 12—20 ф., сообразуется съ быстротою теченія и длиною самолета, она тѣмъ болѣе, чѣмъ теченіе слабѣе, такъ какъ при слабомъ теченіи и низкой рамѣ канатъ сильно провѣсаетъ, требуетъ болѣе челноковъ и сильно стѣсняетъ движеніе по помосту парома. Рама состоитъ изъ двухъ стоекъ, укрѣпленныхъ нижними концами въ суднѣ, а верхніе ихъ концы соединяются двумя перекладинами, между которыми пропускается якорный канатъ или

прямо, или же онъ проходитъ черезъ колоду *к* (фиг. 300), двигающуюся между перекладинами. Для уменьшенія тренія фальцы колоды, охватывающіе перекладины, обиваютъ кожей и смазываютъ саломъ, также какъ и отверстіе колоды, черезъ которое проходитъ канатъ. Если колоды не имѣется, то окраины перекладинъ скругляются и тоже смазываются саломъ.

Рама укрѣпляется цѣпями и канатами.

Толщина якорнаго каната опредѣляется по правиламъ § 93. Воротъ необходимъ для того, чтобы отдать канатъ, если самолетъ случайно станетъ параллельно теченію, отчего канатъ совершенно вытянется и безъ отдачи его нельзя будетъ поворотить самолета. Для успѣшнаго хода самолета надо, чтобы канатъ поддерживался на поверхности воды, для этой цѣли употребляются челноки, на которыхъ утверждены стойки съ вилкою на верху для поддержанія каната. Челнокъ, ближайшій къ якорю, долженъ быть болѣе другихъ, такъ какъ на него давленіе сильнѣе. Онъ помѣщается отъ якоря на тройной глубинѣ рѣки. Остальные челноки размѣщаются въ 20—30 саж. одинъ отъ другого, смотря по вѣсу каната. Иногда вмѣсто челноковъ употребляютъ плоты, бочки и т. п. предметы. Носъ челнока соединяется бичевкою съ канатомъ такимъ образомъ, чтобы челнокъ составлялъ съ теченіемъ уголъ тоже около 54°.

Запасные якоря необходимы на случай разрыва каната. Самолетъ можетъ быть устроенъ изъ составныхъ частей понтонныхъ парковъ; на сборку его и заводъ якорей потребно около $1^1/_2$ часовъ.

120. Образчикомъ *самолета безъ рамы* можетъ служить самолетъ, устроенный на Дунаѣ у г. Браилова въ 1878 году для смыканія двухъ частей плотоваго моста. Длина несомкнутой части моста была 50 саж. (вся ширина рѣки 776 саж.), глубина рѣки 15 саж.

Паромъ самолета состоялъ изъ 4 судовъ, составленныхъ, какъ показано на фиг. 298. Настилочные брусья ($10^1/_2 \times 8$ д.), въ $2^1/_2$ ф. одинъ отъ другого лежали на продольныхъ брусьяхъ, лежавшихъ на стойкахъ. Брусья между собою связывались штропами. Настилка—изъ $2^1/_2$ д. досокъ. Площадь помоста 16 кв. саж. Помостъ былъ обнесенъ перилами.

Якорный канатъ проходилъ подъ настилкою и навивался на валъ ворота, стоявшаго въ носовой части настилки. Вблизи во-

рота въ настилкѣ были сдѣланы вырѣзы для каната, который, обогнувъ блокъ, расположенный подъ настилкою, навивался на валъ ворота, далѣе уходилъ опять подъ помостъ у другой его оконечности. Для направленія каната при подведеніи его къ вороту были помѣщены 4 блока *а* (фиг. 303).

Канатъ ложился въ желобокъ блока. Соскальзыванія каната съ блока не происходило вслѣдствіе натяженія каната теченіемъ. Канатъ *дек*, огибавшій валъ ворота, представлялъ непрерывную сомкнутую линію, концы которой были прочно связаны съ главнымъ канатомъ (длиною 120 саж.) у точки *д*. Вращая валъ ворота въ ту или другую сторону, одна вѣтвь каната *або* укорачивалась, другая удлинялась и тѣмъ обусловливался поворотъ оси самолета въ ту или другую сторону. Рулемъ служило весло, укрѣпленное къ среднему судну.

Ходомъ самолета управляли 8 саперъ: 2 на рулѣ, 4 на воротѣ и 2 для управленія при причаливаніи и при отчаливаніи.

Для переправы на самолетѣ, считая здѣсь посадку и высадку, требовалось около 10 минутъ.

Переправа въ бродъ.

121. Удобство переправы въ бродъ зависитъ отъ свойства дна и береговъ и отъ скорости теченія. Чѣмъ дно тверже, а теченіе слабѣе, тѣмъ переправа въ бродъ удобнѣе.

Для переправы пѣхоты глубина брода должна быть не болѣе 3 ф., хотя были примѣры переправы и черезъ болѣе глубокіе броды, для кавалеріи глубина брода должна быть не болѣе 4 ф. и артиллеріи 2 ф. Примѣтами существованія бродовъ могутъ служить: дороги, колеи, сходящіяся къ берегу; мѣста, гдѣ вода изъ гладкой и спокойной превращается въ мелковолнистую; пункты, гдѣ рѣка расширяется, особенно въ прямыхъ участкахъ; сближающіеся изгибы низменныхъ береговъ, при которыхъ часто образуются отмели, которыя, касаясь другъ друга, образуютъ косвенные броды.

Иногда существующіе броды бываютъ непроходимы только въ тальвегѣ. Поэтому здѣсь глубина брода уменьшается засыпкою каменьями, водяными фашинами мѣшками съ землею и пр. Такимъ

же образомъ исправляются броды и въ другихъ мѣстахъ, болѣе глубокихъ и неудобныхъ.

Для безопасности совершенія переправы въ бродъ принимаются слѣдующія мѣры. Если рѣка шлюзована, необходимо овладѣть шлюзами. На рѣкахъ съ быстро мѣняющимся горизонтомъ воды необходимо тщательно наблюдать за состояніемъ этого уровня.

Ширина брода д. б. обозначена кольями. Съ низовой стороны на рѣкахъ съ быстрымъ теченіемъ забиваютъ поперекъ рѣки рядъ кольевъ, протягиваютъ канатъ, ставятъ лодки, кавалеристовъ и пр. Въ берегахъ дѣлаютъ удобные спуски къ рѣкѣ.

Самую переправу выгоднѣе совершать болѣе широкимъ фронтомъ, оставляя между массами большіе промежутки для свободнаго протока воды. Съ верховой стороны идутъ болѣе сильные люди. Не слѣдуетъ позволять лошадямъ пить воду и останавливаться по срединѣ рѣки. Если переправѣ непріятель не угрожаетъ, то сначала переправляютъ артиллерію и обозы, потомъ пѣхоту и, наконецъ, конницу. Въ противномъ случаѣ порядокъ перехода въ бродъ зависитъ отъ боевыхъ условій.

Порча бродовъ заключается въ разрыхленіи грунта дна лопатами, боронами, фугасами или шлюзованіемъ рѣки.

Переправа по льду.

122. Удобство и безопасность этой переправы зависитъ отъ прочности и толщины льда. По произведеннымъ опытамъ оказалось, что въ случаѣ нужды пѣхота можетъ переходить по льду въ $1^1/_2$ д. толщины, но люди должны идти по одиночкѣ, въ 3 шагахъ одинъ отъ другого. Ледъ 4 дюйм. толщины позволяетъ переправлять пѣхоту шеренгами въ разстояніи двойной длины фронта одна отъ другой. При толщинѣ 4—6 д. можно переправлять кавалерію и легкія орудія; при 8 д.—батарейныя съ большими промежутками одно отъ другого; при 12 д.—можно переправлять большія тяжести, наблюдая чтобы онѣ двигались медленно

При морозѣ толщина льда можетъ быть увеличена искусственно покрывая ледъ слоями соломы или хвороста и поливая водою. Трещины въ льдѣ неопасны, если только изъ нихъ не выступаетъ вода.

Черезъ большія трещины устраиваютъ легкіе мосты, распредѣляя давленіе отъ нихъ на возможно большую поверхность льда.

Польшь иногда скоро затягивается льдомъ, если поперекъ нихъ устроить плавучій бонъ или положить нѣсколько срубленныхъ деревьевъ.

Полезно также по льду, поперекъ рѣки, устроить досчатые мостки, ширину переправы обозначить кольями, не позволять двигаться густыми колоннами и, наконецъ, во время переправы постоянно наблюдать за состояніемъ льда на мѣстѣ переправы.

Переправа вплавь.

123. Для такой переправы выбираютъ мѣста, гдѣ теченіе не быстрое. Въ воду слѣдуетъ спускаться выше того мѣста, гдѣ должны пристать.

Пѣхота вплавь переправляется лишь небольшими частями, составленными изъ хорошихъ пловцовъ. Одежду и вооруженіе пловцы несутъ или на себѣ, или оно перевозится на лодкахъ, плотикахъ, связанныхъ изъ имѣющихся матерьяловъ, изъ принадлежностей обоза и пр.

Кавалерія болѣе способна къ переправѣ, но здѣсь надо обратить вниманіе на то, что лишь весьма немногія лошади обладаютъ такою подъемною силою, которая можетъ выдержать вьюкъ. Въ большинствѣ же подъемная сила лошади не многимъ болѣе ея вѣса. Поэтому при переправѣ вплавь кавалеріи люди должны плыть или переправляться на какихъ либо перевозныхъ снарядахъ.

При глубинѣ до 4 арш. лошади обыкновенно переходятъ рѣку на дыбахъ.

Во время переправы кавалеріи вплавь слѣдуетъ соблюдать полную тишину, иначе лошади легко пугаются. Направлять лошадь надо поводомъ или нажимая рукой на ея щеку, но не плескать ей водою въ глаза. Пловецъ долженъ плыть выше лошади и не много впереди. Мундштукъ снимается, трензеля перекидываются черезъ холку. Можно плыть и надъ лошадью, держась рукою за гриву, а въ другой рукѣ имѣя поводья. Надо стараться быть далѣе отъ лошади и не опираться на нее туловищемъ.

Для переправы вьюковъ могутъ быть связаны плотики изъ бревенъ, бурдюковъ, фашинъ и т. д. Плоты могутъ переправляться или на веслахъ или перетягиваться съ одного берега на другой помощью бичевы (изъ фуражныхъ аркановъ) привязанной къ плоту.

Для переправы одного кавалерійскаго вьюка достаточно имѣть плотикъ изъ 2 камышевыхъ или соломенныхъ фашинъ, длиною до 4 ф. и толщиною 1 ф. Фашины связываются сверху 3 палками въ 1 ф. одна отъ другой, снизу по діагонали плота подвязывается тоже палка (ф. 304).

II. ДОРОГИ.

Понятіе о сопротивленіяхъ движенію повозки и объ усиліяхъ тяги.

124. При передвиженіи повозки по горизонтальному участку дороги лошади или иному двигателю приходится преодолѣть нѣкоторое сопротивленіе, происходящее отъ тренія осей въ ступицахъ колесъ и отъ тренія ободьевъ колесъ о поверхность пути. Это сопротивленіе пропорціонально давленію колесъ, т. е. полному вѣсу P, повозки и поэтому величина его можетъ быть выражена черезъ fP, гдѣ f—есть нѣкоторый коэффиціентъ, зависящій отъ конструкціи повозки (преимущественно отъ устройства осей и колесъ), отъ вида и состоянія поверхности дороги и отъ скорости движенія.

Для разнаго рода дорогъ коэффиціентъ f опредѣленъ изъ опытовъ и выражается слѣдующими величинами.

Для дороги грунтовой, сухой, ровной	f=0,1
» » » мокрой, покрытой слоемъ грязи. .	=0,12—0,15 и болѣе.
» » снѣжной, неукатанной.	0,07
» каменной мостовой	0,04
» мостовой изъ тесаннаго камня	0,02
» деревянной мостовой.	0,025
» шоссе хорошаго	0,03
» » дурнаго, грязнаго	до 0,08 и даже болѣе.
» асфальтовой мостой	0,0075
» конно-желѣзной дороги.	0,005—0,004
» переносной » »	0,006-0,007
» желѣзной дороги паровой, отлично устроенной	0,0033

125. Сопротивленіе движенію повозки преодолѣвается *силою тяги* двигателя. Если силу тяги двигателя назовемъ черезъ T то $T=fP$.

Сила тяги живыхъ двигателей зависитъ отъ ихъ природы, про-

должительности производимой ими работы, и отъ скорости движенія.

Средняя сила тяги при 8-ми часовой работѣ въ сутки можетъ быть принята:

для	человѣка	0,85	пуда	при	скорости	2,5	ф.	въ	секунду	(2,5	версты	въ	часъ)
»	лошади	3,4	»	»	»	4	»	»	»	(4	»	»	»)
»	вола	3,4	»	»	»	4,5	»	»	»	(2,5	»	»	»)

При непродолжительномъ напряженіи эта сила тяги можетъ быть увеличена вдвое и даже болѣе.

126. При движеніи повозки по подъему сопротивленіе движенію увеличивается и зависитъ не только отъ вида поверхности дороги, но и отъ величины подъема ея.

Если α есть уголъ, составляемый дорогою съ горизонтомъ земли (ф. 305). Вѣсъ P повозки разлагается на составляющія M и N, перпендикулярную и параллельную дорогѣ; вѣсъ R двигателя — на Q и S.

Такимъ образомъ, двигателю приходится преодолѣть силы: $M = P\cos\alpha$, $N = P\sin\alpha$ и $S = R\sin\alpha$. Сила Q не принимается во вниманіе, т. к. самая сила тяги двигателя опредѣляется при существованіи нормальнаго къ пути давленія двигателя.

Слѣдовательно, вся сила тяги $T > f\,P\cos\alpha + P\sin\alpha + R\sin\alpha$ (a)

дѣля на $\cos\alpha$, получимъ $\frac{T}{\cos\alpha} \geq fP + (P + R)\,tg\alpha$

уголъ α наклоненія пути къ горизонту всегда очень малъ и рѣдко превышаетъ 5^0, поэтому $\cos\alpha$ безъ большой погрѣшности можно принять равнымъ 1 $(\cos 5^0 = 0{,}996)$

$tg\alpha$ — есть величина подъема на единицу длины пути, т. е. если $bd = 1$, то $dc = tg\alpha = h$.

Поэтому предъидущая формула можетъ быть выражена:

$T = fP + h\,(P + R)$... или если P очень велико, въ сравненіи съ R то $T = fP + Ph$... (2).

Такимъ образомъ сила тяги на горизонтальномъ участкѣ пути по форм. (1) $= fP$, на подъемѣ $= fP + Ph$, т. е. увеличилась на величину Ph, *зависящую только отъ величины подъема, и независящую отъ вида дороги.*

Слѣдовательно: *на дорогахъ съ различными поверхностями*, напр., грунтовой и асфальтовой, *но имѣющихъ одинаковые подъемы, сопротивленіе движенію возрастаетъ на одну и ту-же величину*,

или, иначе говоря, *подъемы тѣмъ чувствительнѣе, чѣмъ дорога лучше,* т. е. чѣмъ меньше f.

Для поясненія этого возьмемъ двѣ дороги: грунтовую и асфальтовую, имѣющихъ подъемъ въ 0,1.

На горизонтальномъ участкѣ усиліе тяги будетъ:

для первой — $0{,}1P$, для второй — $0{,}0075\ P$, т. е. $13^1/_3$ разъ менѣе, чѣмъ на первой.

На подъемѣ въ 0,1 усиліе тяги будетъ:

для первой $(0{,}1+0{,}1)P=0{,}2P$, на второй $(0{,}0075+0{,}1)\ P=$ $=0{,}1075P$, т. е. уже только *вдвое* менѣе, чѣмъ на первой. Слѣдов., для асфальтовой дороги подъемъ оказался гораздо чувствительнѣе, чѣмъ для грунтовой.

Задача. Опредѣлить число лошадей для одновременной перевозки 1000 пудовъ груза по каменной мостовой, имѣющей подъемы въ $^1/_{12}=0{,}08$., и по переносной желѣзной дорогѣ съ подъемами въ 0,02.

Для первой $T=(0{,}01+0{,}08)\ 1000=120$ пуд., слѣдов. число лошадей$=120:3{,}4=36$.

Для второй $T=(0{,}006+0{,}02)\ 1000=26$ пуд., и число лошадей будетъ $26:3{,}4=8$.

Если на второй дорогѣ подъемы будутъ тѣ же, что и на первой, то потребуется лошадей: $\frac{(0{,}006+0{,}08)\ 1000}{3{,}4}=26$, т. е. только на 10 менѣе, чѣмъ на первой, тогда какъ, сравнивъ горизонтальные участки обѣихъ дорогъ, легко видѣть, что для 1000 пуд. потребуется на первой $\frac{40}{3{,}4}=12$ лошадей, на второй же — $\frac{6}{3{,}4}=$ меньше 2.

127. *Наибольшіе подъемы обыкновенныхъ дорогъ при употребленіи живыхъ двигателей.* Изъ опытовъ извѣстно, что на небольшихъ протяженіяхъ (не болѣе 300 с.) лошадь можетъ, безъ особаго утомленія, развить вдвое бо́льшую силу тяги, если только далѣе дорога идетъ или горизонтально, или съ малымъ подъемомъ.

На этомъ основаніи наибольшій подъемъ можетъ быть опредѣленъ такимъ образомъ, чтобы сила тяги на немъ не превышала двойной нормальной. Если послѣдняя есть T, а величина подъема—h, то на горизонтальномъ участкѣ $T=fP$, а на подъемѣ не болѣе 300 саж. длиною: $2T=fP+hP$. Изъ сравненія этихъ двухъ равенствъ легко видѣть, что h долженъ быть равенъ или менѣе f, т. е. *наибольшій подъемъ дороги д. б. равенъ или менѣе коэффиціента сопротивленія ея движенію,* причемъ участки съ такими подъемами д. б. не длиннѣе 300 саж. При меньшихъ подъемахъ длина участка можетъ быть соотвѣтственно увеличена. Напр., на шоссе наибольшій подъемъ д. б. не $>0{,}03$, слѣдов., однимъ подъемомъ можно подняться на высоту $300\times0{,}03=9$ саж.

Если подъемъ не болѣе 0,01, то длина его м. б. втрое болѣе, т. е. $= 300 \times \frac{0,03}{0,01} = 900$ саж. При соблюденіи этого условія лошадь можетъ вести тотъ предѣльный грузъ, который обусловливается видомъ поверхности дороги и на подъемахъ не потребуется припрягать лишнихъ лошадей или уменьшать нагрузку.

128. Опредѣляемыя такимъ образомъ величины подъемовъ соотвѣтствуютъ медленному движенію. Для болѣе скораго движенія на обыкновенныхъ дорогахъ подъемы не должны превышать 0,035. Въ крутыхъ поворотахъ не должны быть болѣе 0,01. Съ цѣлью лучшаго просыханія, обыкновенныя дороги не должны идти совершенно горизонтально, наименьшій продольный ихъ уклонъ долженъ быть не менѣе 0,005. Исключеніе изъ этого составляетъ лишь участки дорогъ, идущіе по дамбамъ или на высокихъ горныхъ плато, гдѣ, благодаря вѣтрамъ, дороги скоро высыхаютъ и безъ продольнаго уклона.

На основаніи циркуляра Министерства Путей Сообщенія 1881 г. 28 Мая установлены слѣдующія нормы подъемовъ для подъѣздныхъ шоссе:

На ровной мѣстности	не болѣе	0,04	длина подъема	не болѣе	1,5 верстъ.
» холмистой	» »	0,05	»	» »	1 »
» гористой	» »	0,06	»	» »	0,5 »

129. *Спуски.* Разсматривая движеніе повозки сверху внизъ, т. е. когда подъемъ обращается въ спускъ, можно видѣть слѣдующее:

Силы N и S будутъ дѣйствовать по направленію движенія повозки, поэтому въ уравненіи (а) § 126 онѣ должны быть взяты съ обратнымъ знакомъ. Тогда формула (2) приметъ такой видъ:

$T = fP - h(P + R)$; если $fP = h(P+R)$, то $T = O$, т. е. лошадь движется, какъ свободная; при $fP < h(P+R)$ лошади придется уже не тянуть, а удерживать экипажъ, что вредно отражается на лошади. Для устраненія этого неудобства устраиваютъ тормоза.

130. Закругленія дорогъ стѣсняютъ свободный проѣздъ и увеличиваютъ сопротивленіе движенію.

При движеніи экипажа по кривой появляется центробѣжная сила (фиг. 306), дѣйствующая по направленію, нормальному къ движенію, и приложенная къ центру тяжести экипажа, которая, слагаясь съ тяжестью послѣдняго, образуетъ равнодѣйствующую R, стремящуюся опрокинуть экипажъ, заставляющую колеса скользить

въ сторону и производящую такимъ образомъ добавочное сопротивленіе, обратно пропорціональное радіусу кривизны пути.

Практика показала, что для ѣзды со скоростью 12 верстъ въ часъ величина радіуса закругленія должна быть не менѣе 15 саж., для болѣе быстрой ѣзды радіусъ долженъ быть не менѣе 25 саж. Въ горахъ устройство закругленій съ большими радіусами очень затруднительно, и потому тамъ часто ограничиваются тою величиною его, какая необходима для ѣзды шагомъ. Поэтому тамъ радіусы уменьшаются до 10 и даже до 4 саж., смотря по размѣрамъ повозки и длинѣ запряжки ея.

Для опредѣленія минимальнаго радіуса закругленія по данному типу повозки можно поступать слѣдующимъ образомъ (ф. 307).

Пусть l длина, s ширина хода, D длина дышла, α наибольшій уголъ между осями, t ширина полосы, занимаемой одною лошадью. Тогда искомый радіусъ r есть средняя ариометическая между OA и OB, т. е. $r=\frac{r_1+r_2}{2}$, но $r_1+\frac{s}{2}=l cotg\alpha$, и $r_1=$ $=l cotg\alpha-\frac{s}{2}$

$$r_2=\sqrt{BC^2-OC^2}=\sqrt{d^2+(2t+DO)^2}$$ на $l=DO\ sin\alpha$,

слѣд. $r_2=\sqrt{d^2+\left(2t+\frac{l}{sin\alpha}\right)^2}$

слѣд. $r=\frac{1}{2}\left\{l cotg\alpha-\frac{s}{2}+\sqrt{a^2+\left(2t+\frac{l}{sin\alpha}\right)^2}\right\}$

Если ширина проѣзжей части болѣе 4t то къ опредѣленному r надо прибавить полуразность между шириною дороги и 4t.

Если колѣна дороги пересѣкаются подъ острымъ угломъ, то наиболѣе крутое закругленіе описывается такимъ образомъ (ф. 308). Изъ точки O пересѣченія внутреннихъ граней дороги описываютъ кругъ радіусовъ Oa, равнымъ половинѣ наибольшей длины запряжки bd. Проводятъ къ кругу 2 касательныхъ, параллельныхъ капитали $Oб$, угла AOB, до пересѣченія съ наружными гранями дороги. Затѣмъ внутреннія грани дороги проводятъ по кривой касательной къ кругу точкѣ $б$. Для этого возстановляютъ къ капитали $Oб$ перпендикуляръ $бк$, откладываютъ $кр$ равное $бк$ и изъ $р$ возстановляютъ перпендикуляръ $рп$ до пересѣченія съ капиталью $Oб$. Точка $п$ и будетъ центромъ закругленія, а радіусъ его будетъ $пб$.

Итакъ: *Сопротивленіе движенію, представляемое дорогою, за-*

виситъ отъ величины перевозимаго груза, отъ вида поверхности дороги, отъ имѣющихся на ней подъемовъ и кривыхъ и отъ скорости движенія.

ОБЫКНОВЕННЫЯ ДОРОГИ.

131. *Поперечная профиль дорожнаго полотна.* Общій видъ поперечной профили полотна показанъ на ф. 309. Ширина проѣзжей части *аа* зависитъ отъ дѣятельности движенія по дорогѣ. Наименьшая ея ширина опредѣляется тѣмъ условіемъ, чтобы двѣ встрѣтившіяся повозки могли разъѣхаться. Принимая ширину хода повозки въ 4 ф., наибольшую ширину нагрузки 9 ф. (возъ съ сѣномъ), а промежутокъ между встрѣчными повозками $1^1/_2$ ф., получимъ наименьшую ширину проѣзжей части $= 2 \times 9 + 1{,}5 - 2\left(\frac{9-4}{2}\right) = 14{,}5$ ф. При меньшей ширинѣ пришлось бы устраивать разъѣзды или допускать движеніе по обочинамъ *аб*, что весьма неудобно, особенно въ сырое время года. Ширина проѣзжей части нашихъ шоссе бываетъ 4—3—2,5—2,1 саж., смотря по назначенію дороги. Для стратегическихъ шоссе ширина проѣзжей части принята въ 2,1 с., ширина полотна 3,5 с., слѣдовательно ширина обочины 0,7 с.

Для лучшаго удаленія воды поперечной профили проѣзжей части дается выпуклость къ срединѣ, величина которой зависитъ отъ рода одежды проѣзжей части и величины продольнаго уклона. Такъ для булыжной мостовой стрѣла подъема дѣлается въ 0,07—0,05 половины ширины проѣзжей части, при шоссе 0,06—0,04 ($^1/_{17}$—$^1/_{25}$), при мостовой изъ тесаннаго камня—въ 0,04—0,025 ($^1/_{25}$—$^1/_{40}$). На горныхъ дорогахъ часто проѣзжей части даютъ уклонъ въ одну—нагорную сторону.

Обочины аб назначаются для образованія упора одежды проѣзжей части, для склада ремонтныхъ матерьяловъ, движенія пѣшеходовъ и иногда для разъѣзда встрѣчающихся повозокъ. Обочинамъ тоже дается уклонъ или болѣе, или равный уклону проѣзжей части.

Ширина обочинъ мѣняется въ весьма большихъ предѣлахъ—2—12 ф. Если по обочинамъ производится большое движеніе пѣшеходовъ, онѣ покрываются одеждами, причемъ самая поперечная профиль дороги дѣлается въ видѣ указанной на ф. 310.

Боковыя канавы идутъ на всемъ протяженіи дороги, кромѣ насыпей выше 2 ф. На косогорахъ канавы располагаются только съ нагорной стороны. Дну канавъ придается уклонъ не менѣе 0,005. Размѣры канавъ зависятъ отъ количества скопляющейся въ нихъ воды. Наименьшая ширина 2 ф., глубина 1—1$^1/_2$. Заложеніе откосовъ ординарное или полуторное. При продольномъ уклонѣ канавъ болѣе 0,03, полезно откосы укрѣплять одеждами.

Для пропуска воды черезъ полотно, устраиваются деревянныя, металлическія или каменныя трубы, или же трубы дѣлаются открытыми и перекрываются мостиками. Типы такихъ дорожныхъ мостовъ, принятыхъ на нашихъ стратегическихъ дорогахъ, показаны на ф. 311 и 312.

Обрѣзы b (ф. 309) представляетъ запасную полосу земли и назначаются для склада ремонтныхъ матерьяловъ, устройства лѣтней или временной объѣздной дороги на время починки главной, для расположенія кавальеровъ (т. е. излишней земли, полученной при отрывкѣ дорожныхъ выемокъ) и образованія резервовъ или выборокъ для добыванія недостающей земли и т. п.

Кавальеры складываются въ видѣ правильныхъ невысокихъ кучъ, преимущественно на подгорной сторонѣ выемки, и удаляются отъ гребня откоса послѣдней на величину $2h+h_1$, гдѣ h—глубина выемки, h_1—высота кавальера.

Резервы выбираются съ нагорной стороны дороги и удаляются отъ подошвы насыпи не ближе 1$^1/_2$ саж.

Ширина обрѣзовъ зависитъ отъ ширины полосы отчужденія. У насъ ширина послѣдней назначается: въ открытыхъ мѣстахъ—въ 20 саж., въ закрытыхъ—30 с. Для стратегическихъ и подъѣздныхъ шоссе ширина полосы отчужденія уменьшается до 13 саж.

Поверхность дорожнаго полотна для лучшей осушки его полезно возвышать надъ окружающею мѣстностью не менѣе 0,3 саж.

При расположеніи дороги въ выемкѣ или насыпи, при укрѣпленіи откосовъ послѣднихъ одеждами при принятіи мѣръ для отведенія отъ нихъ воды слѣдуетъ руководствоваться правилами, указанными во 2-й части настоящаго курса.

132. *Устройство дорожнаго полотна въ различныхъ случаяхъ.* 1) *На болотахъ.* Въ этомъ случаѣ прежде всего надо озаботиться объ осушкѣ той полосы, которая придется подъ дорожнымъ полотномъ. Для этого въ 2—3 саж. отъ бровокъ будущаго полотна вырываютъ широкіе (до 2 саж.) рвы съ уклономъ къ ближайшимъ

лощинамъ. Затѣмъ полосу земли, огражденную этими рвами, пересѣкаютъ поперечными канавами. Способъ этотъ хорошъ лишь въ мокрыхъ и слабоболотистыхъ мѣстахъ, но въ топкихъ и глубокихъ болотахъ онъ неудовлетворителенъ. Въ послѣднемъ случаѣ приходится вести дороги въ насыпи (гати), принимая различныя мѣры для ея устойчивости, указанныя выше при разсмотрѣніи устройства ж. д. полотна.

На моховыхъ болотахъ, плотность которыхъ на поверхности наименьшая и постепенно увеличивается до дна, подошву земляного полотна расширяютъ, дѣлая откосы болѣе пологими и подкладывая подъ нее слой хворосту или мелкаго лѣса. На торфяныхъ болотахъ, если кора ихъ толста и плотна, насыпь можно расположить непосредственно на ней, уширяя только подошву ея, для распредѣленія давленія на возможно большую поверхность коры. Если кора неплотна, насыпь возводятъ на фашинномъ основаніи (ф. 313). Для этого укладываютъ нѣсколько взаимно-перпендикулярныхъ рядовъ фашинъ, развязывая каждый изъ нихъ и засыпая слоемъ плотно утрамбованной земли. Діаметръ фашинъ около 1 ф. Вмѣсто фашинъ можно употреблять бревна.

Если кора тонка, то при неглубокомъ болотѣ углубляютъ боковыя канавы до дна болота и засыпаютъ ихъ хорошей, не распускающейся въ водѣ, землею. Образованныя такимъ образомъ стѣнки препятствуютъ выжиманію болотной массы изъ-подъ насыпи. Если болото глубоко, то насыпь приходится основывать на днѣ его. Осадка такихъ насыпей продолжается довольно долгое время, а потому высота ихъ при самой постройкѣ должна соотвѣтственно увеличиваться.

2) При проведеніи дороги по пучистымъ мѣстамъ, почва должна быть предварительно осушена. Устраиваютъ подземные ровики или трубы вдоль и поперекъ полотна, заполняемые мелкимъ камнемъ. Этимъ ровикамъ и трубамъ дается уклонъ въ 0,005—0,01. Или прокладываютъ дренажныя трубы, закладывая ихъ на глубинѣ около 5 ф., подъ серединою полотна и боковыми канавами, или укладываютъ подъ полотно хворостяную подстилку 20—30 д. толщиною, придавая ей скаты къ боковымъ канавамъ, или же грунтъ покрываютъ песчанымъ слоемъ около 3 ф. толщины, предохраняющимъ нижніе слои отъ промерзанія.

3) При проведеніи дороги черезъ лѣса, самое направленіе ей слѣдуетъ придать такое, чтобы она лучше провѣтривалась и обо-

грѣвалась солнцемъ. По сторонамъ дороги деревья вырубаются на возможно большую ширину. При насыпи ниже 0,5 сажени, пни должны быть выкорчеваны.

Въ горахъ прокладка дорогъ затрудняется какъ свойствами самой мѣстности, такъ и качествами грунта. Поэтому ширина дороги ограничивается здѣсь наименьшимъ предѣломъ, уклоны приходится дѣлать болѣе крутыми, а радіусы закругленій наименьшими. На ф. 314 указаны нѣкоторые профили дорогъ, проложенныхъ нашими войсками въ 1870 г. во время Искандеркульской экспедиціи (въ Средней Азіи).

133. *Способы улучшенія грунтовыхъ дорогъ.* Грунтовыя дороги слѣдуютъ обыкновенно натуральнымъ склонамъ мѣстности и устраиваются безъ одеждъ, благодаря чему въ ненастное время года онѣ портятся и становятся трудно проходимыми.

Для улучшенія ихъ слѣдуетъ: расчистить боковыя канавы, а за отсутствіемъ ихъ—устроить новыя, придать поперечной профили выпуклость къ срединѣ и надлежащимъ образомъ укрѣпить самую поверхность дороги.

Отсутствіе одежды грунтовыхъ дорогъ большею частью происходитъ отъ неимѣнія вблизи нихъ подходящихъ для того матеріаловъ, почему и при улучшеніи ихъ почти никогда не представляется возможнымъ покрыть ихъ какою-либо одеждою, а приходится лишь довольствоваться улучшеніемъ вида ихъ поверхности помощью тѣхъ матеріаловъ, которые находятся подъ рукою и которые, вообще говоря, мало или вовсе не пригодны для того, что называется одеждою дороги.

Самый способъ улучшенія дороги и выборъ того или иного матерьяла зависитъ отъ грунта дороги.

Такъ: 1) Песчаная дорога, представляя большое сопротивленіе движенію вслѣдствіе сыпучести грунта, можетъ быть улучшена, разсыпая по ней верескъ (можжевельникъ) настолько густо, чтобы закрыть всю песчаную поверхность дороги. Верескъ кладется поперегъ дороги и слоемъ до 5 дюймовъ. За недостаткомъ его, можно употребить еловыя или сосновыя вѣтви. Лиственный хворостъ мягокъ, скоро перерѣзывается колесами и скоро загниваетъ. Набросанный верескъ полезно сверху прикрыть небольшимъ (дюйма въ 3) слоемъ песчано-глинистой земли: черезъ это въ жаркое время образуется довольно плотная кора.

Вмѣсто хвороста можно насыпать также слой щепы, толщиною дюймовъ 6.

2) Мергельные и известковые грунты, растворяясь водою, образуютъ липкую грязь. Для устраненія этого, лучше дорогу въ этомъ случаѣ покрыть сверху другимъ грунтомъ, нерастворимымъ въ водѣ, на толщину 1 фута или болѣе и затѣмъ уже укрѣплять этотъ грунтъ.

3) Глинистыя дороги улучшаются, покрывая ихъ сверху слоемъ песку или, еще лучше, смѣсью изъ песку и растительной земли. Послѣдняя, заполняя промежутки между песчинками, препятствуетъ (до извѣстной степени) проникапію воды въ грунтъ; песокъ же, связываясь съ растительною землею, не такъ уже легко поглощается глиною. Кромѣ того, растительная земля содѣйствуетъ образованію дерна и укрѣпленію поверхности травяными кореньями.

При жирной глинѣ лучше укрѣплять дорогу такъ называемымъ *землянымъ бетономъ*, состоящимъ изъ смѣси 1 ч. растительной земли и 2 частей гравія, хряща или песка. Смѣсь эту разсыпаютъ слоемъ въ 6 дюйм. и плотно его утрамбовываютъ или укатываютъ.

Если глина очень жирная и вязкая, то подъ земляной бетонъ полезно положить слой хвороста, толщиною около 0,5 фута. Такое основаніе препятствуетъ проникапію воды въ грунтъ и погруженію земляного бетона въ глину.

4) Болотистый грунтъ укрѣпляютъ слоемъ хвороста, покрывая послѣдній сверху слоемъ земли и песка.

5) Растительный грунтъ покрывается небольшимъ слоемъ песку, хвороста и т. п. Наконецъ наилучшее средство для улучшенія всякой дороги заключается въ устройствѣ на ней колейной дороги изъ бревенъ, досокъ или примѣняя желѣзныя переносныя дороги.

134. *Дорожныя одежды.* Наилучшее средство для сохраненія дороги въ исправномъ видѣ заключается въ устройствѣ одежды поверхности дороги. Всякая одежда требуетъ весьма большаго количества матеріаловъ, опытныхъ рабочихъ и достаточнаго времени, почему и примѣняется на военныхъ дорогахъ лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ и то лишь на участкахъ, наиболѣе трудныхъ для движенія, напр. на подъемахъ и спускахъ.

Хорошо устроенная одежда должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) она должна представлять возможно меньше сопротивленія для движенія повозокъ, 2) должна быть настолько упруга, чтобы давленіе колесъ передавалось земляному полотну, не пере-

рѣзывая одежды, 3) изнашиваніе ея должно быть возможно медленное и равномѣрное и 4) она должна быть *водонепроницаемою.*

Одежды устраиваются изъ разнаго рода матеріаловъ и различными способами. Здѣсь будутъ разсмотрѣны только тѣ изъ нихъ, которыя наиболѣе примѣнимы въ военное время.

135. *Хворостяная или фашинная одежда*, устраивается изъ хвороста или фашинъ. Для этого послѣднія укладываютъ поперегъ дороги, разрѣзаютъ перевязки, разравниваютъ хворостъ и засыпаютъ пескомъ, плотно его трамбуя. Если грунтъ вязкій, укладываютъ послѣдовательно нѣсколько рядовъ фашинъ.

Или на поверхность земли кладутъ слой хвороста толщиною: въ срединѣ 30 д., по бокамъ—20 (при 2 с. ширинѣ дороги), по бокамъ его и отступя на $1^1/_2$ с. отъ его средины вырываютъ канавы, бросая землю на хворостъ. Толщина земли должна быть около 1 ф.; полотну придаютъ въ срединѣ выпуклость. Землю плотно трамбуютъ и покрываютъ сверху слоемъ песку 4—7 д. На 1 версту подобной одежды требуется до 300 куб. саж. хворосту.

Жердевая настилка. Толщина жердей не менѣе 2 вершк. При ширинѣ дороги въ 2 саж. укладываютъ вдоль нея 3—4 ряда лежней изъ жердей (фиг. 315). Поперегъ ихъ кладутъ жерди толстыми концами попеременно то въ одну, то въ другую сторону, пригоняя лежни возможно плотнѣе одна къ другой. По краямъ кладутся пажилины, прикрѣпляя ихъ черезъ полсажени кольями съ изогнутыми головками. Сверху насыпается 3—4 д. слой глинисто-песчаной земли.

На 1 версту такой дороги потребно до 13,000 жердей, длиною 2 саж.

Пластинная настилка устраивается на манеръ жердевой (фиг. 316). Прикрѣпленіе пажилинъ къ землѣ производится или свайками *А*, прирубаемыми къ пажилинамъ, или *булавами В* изъ неколющагося дерева (напр. березы), съ головками на нижнемъ концѣ. Булавы продѣваются въ выдолбленныя въ лежняхъ отверстія, къ нимъ прирубаютъ настилъ и пажилины, поверхъ которыхъ булавы расклиниваются.

На 1 версту дороги, 3 саж. ширины потребно до 4000 пластинъ 6 вершк., длиною 3 саж., до 1000 шт. 3 саж. бревенъ, 3—4 вершк. толщины и до 2000 поденныхъ плотниковъ.

Обыкновенная булыжная мостовая дѣлается изъ камней сред-

ней величины и, какъ всякая одежда изъ твердаго матеріала, устраивается на основаніи изъ такого матеріала, который не измѣняется въ водѣ и скоро ее проводитъ. Лучшимъ для этого матеріаломъ служитъ песокъ. Песокъ насыпается слоемъ до 7 д. (4 вершк.), на которомъ и производится мощеніе камнемъ. Смотря по способу укладки камней, мостовая мостится *тычкомъ*—наибольшее измѣреніе камня вертикально и толстый конецъ вверхъ, *остракомъ*—тоже, но толстый конецъ внизъ, *ребромъ*—наибольшее измѣреніе камня горизонтально и острое ребро вверхъ или внизъ. Первый изъ способовъ наиболѣе употребителенъ.

Камни мостятъ одинъ къ другому, подсыпая къ каждому немного песку и осаживая его въ надлежащее положеніе ручнымъ молоткомъ. Вымостивъ небольшую часть мостовой, ее уколачиваютъ трамбовкою до 2 пуд. вѣсомъ, затѣмъ расщебениваютъ пустоты между камнями мелкимъ щебнемъ и засыпаютъ всю поверхность хрящемъ или крупнозернистымъ пескомъ, слоемъ до 1 дюйма толщины. Ранѣе открытія движенія мостовую обильно поливаютъ водою для того, чтобы движеніемъ воды, увлекающей песокъ, всѣ пустоты между камнями могли окончательно имъ заполниться.

Такъ называемые *маяки*—линіи, прокладываемыя изъ болѣе толстыхъ камней и подраздѣляющія мостовую на квадраты или треугольники, не должны быть допускаемы, такъ какъ при нихъ осадка мостовой становится неравномѣрною. На 1 версту мостовой шириною въ 2 саж. потребно до 400 мостовщиковъ, до 100 куб. саж. средняго булыжнаго камня и до 85 куб. саж. песку, т. е. всего 200,000 пуд. матеріала.

136. *Шоссе.* Дорога, поверхность которой покрыта болѣе или менѣе толстымъ слоемъ щебня или мелкаго камня, называется шоссе. Есть два типа шоссе: въ одномъ типѣ подъ слоемъ щебня имѣется каменное основаніе (шоссе типа Трезаге), въ другомъ типѣ каменнаго основанія нѣтъ, а слой щебня лежитъ прямо на слоѣ песка или на грунтѣ полотна (шоссе типа Макъ-Адама («макадамъ»). У насъ сначала примѣнялся 1-й типъ, а потомъ перешли къ 2-му.

На ф. 317 указанъ типъ шоссе Трезаге. Главные его недостатки: большая стоимость и отсутствіе упругости, влекущее за собою скорое раздробленіе щебня. Этотъ типъ хорошъ при весьма слабыхъ грунтахъ, такъ какъ, благодаря каменному основанію, осадка полотна происходитъ весьма равномѣрно.

Примѣняемое въ настоящее время у насъ шоссе Макъ-Адама состоитъ изъ слоя щебня, лежащаго на слоѣ песку, а при песчаномъ грунтѣ,—прямо на послѣднемъ, и ограниченнаго иногда по бокамъ рядами бордюрныхъ камней.

Толщина щебеночнаго слоя зависитъ отъ дѣятельности проѣзда и свойствъ матеріала, употребленнаго на щебень, и дѣлается у насъ отъ 5—7 дюймовъ (въ уплотненномъ видѣ). Въ Англіи толщина щебеночнаго слоя доходитъ до 16 дюйм. Щебень долженъ быть одинаковой крѣпости и крупности. Только при недостаткѣ крѣпкаго щебня допускается нижнюю часть покрытія щебеночнаго слоя дѣлать изъ болѣе слабаго матеріала. Въ этомъ случаѣ верхній слой разсыпается только по укаткѣ нижняго.

Толщина песчанаго слоя зависитъ отъ грунта полотна шоссе. При болотистомъ грунтѣ полезно толщину песчанаго слоя доводить до 12 д. при глинистомъ и мергельномъ—до 10 д., при песчаноглинистомъ—до 8—9 д., при скалистомъ—до 4 д. Для уменьшенія издержекъ толщина эта дѣлается всего 4—6 д., чего при слабыхъ грунтахъ совершенно недостаточно.

Наилучшій песокъ для шоссе: крупный, чистый и угловатый. Поперечные скаты полотна шоссе дѣлаются съ уклономъ въ 0,06—0,04.

Бордюрные камни содѣйствуютъ лучшему сохраненію вида поперечной профили шоссе и препятствуютъ расползанію камня въ обочины, за то, съ другой стороны, бордюрные камни не связываются со щебнемъ, отчего вдоль ихъ является швъ, а впослѣдствіи образуется колея.

Для отвода воды, проникающей черезъ щебень въ песчаный слой, послѣдній продолжается и подъ обочинами (ф. 318—320 *a*). Такъ какъ осадка проѣзжей части болѣе, нежели обочинъ, то для предупрежденія разрыва песчанаго слоя лучше подъ обочинами располагать его ниже и сопрягать слой подъ обочиною и проѣзжею частію желобомъ *a* (ф. 319). Для экономіи иногда подъ обочинами располагаютъ не сплошной слой песку, а отдѣльными лотками или воронками *б* черезъ $1^1/_2$—2 саж. (ф. 321).

У насъ существуютъ два нормальныхъ поперечныхъ профиля шоссе. Одинъ (ф. 318 *a* и *б*) назначенъ для государственныхъ шоссе и другой (ф. 319 *a* и *б*) для подъѣздныхъ. На ф. 320 показанъ поперечный профиль стратегическихъ шоссе. Каждый изъ этихъ профилей имѣетъ два вида: одинъ (*a*, ф. 318—320) для глинистаго грунта и другой (*b*, ф. 318—320) для песчанаго. Въ первомъ видѣ имѣется

песчаный слой, во второмъ его нѣтъ. Щебеночный слой дѣлается или изъ щебня, полученнаго отъ разбивки камней разныхъ горныхъ породъ, или изъ разнаго рода хряща или изъ кирпичнаго щебня.

Горныя породы, употребляемыя для щебня, можно разбить на слѣдующія группы:

а) Известняки. Полученный изъ нихъ щебень мягокъ, скоро истирается, даетъ пыль, изъ которой въ мокрое время образуется грязь. Известковый щебень болѣе пригоденъ для сухихъ, чѣмъ для сырыхъ мѣстъ.

б) Кремни—тверды, но хрупки и скоро разрушаются. Пыль отъ влажности уплотняется, но не образуетъ съ водою тѣста. Кремневый щебень болѣе пригоденъ для мѣстностей съ частыми дождями.

в) Кварцы сходны съ кремнями, даютъ почти всегда хорошій щебень.

г) Песчаники, если только не слабы, тоже образуютъ хорошую одежду.

д) Граниты тоже хороши, но рыхлыя ихъ породы скоро изнашиваются и даютъ много пыли.

е) Порфиры и полевошпатовыя породы даютъ лучшій щебень, также, какъ и

к) базальты, лавы и др. вулканическія породы.

Для полученія каменнаго щебня крупные камни разбиваются ручною или машинною бойкою. Не слѣдуетъ для облегченія разбивки подогрѣвать камни, такъ какъ при этомъ большинство ихъ становится рыхлыми.

Ручная бойка производится молотками различнаго вѣса, насаженными на деревянныя рукоятки. Для разбивки крупныхъ камней употребляются кувалды 10—15 фн. Полученные куски окончательно разбиваются молотками 2,5—5 фн. вѣсомъ. Одинъ рабочій можетъ приготовить въ день до 0,045—0,08 куб. саж. щебня, смотря по крѣпости камня.

Камнедробилки даютъ обыкновенно щебень не равномѣрный. У насъ онѣ не употребляются.

Для полученія плотной и прочной коры щебень долженъ быть по возможности равномѣрнымъ и не превосходить извѣстныхъ размѣровъ, зависящихъ отъ твердости породы. Чѣмъ порода камня тверже, тѣмъ щебенки должны быть мельче, чѣмъ слабѣе—тѣмъ щебенки могутъ быть крупнѣе.

Наибольшимъ предѣльнымъ размѣромъ щебенки принимается:

Для очень крѣпкой породы (базальтъ, порфиръ) . .	2	дюйма.
Средней крѣпости гранитъ)	2,5	»
Слабыхъ (известняки)	2,75	»

Наименьшій предѣлъ: для первыхъ—0,75 д., для вторыхъ—1 д. и для третьихъ—1,25 д. Величина щебенокъ обыкновенно опредѣляется на глазъ, но можетъ также опредѣляться мѣрными кольцами или измѣреніемъ или взвѣшиваніемъ. Наилучшая форма щебенокъ—подходящая къ кубу, худшая—продолговатые бруски и пластинки. 1,4 объема рыхлаго щебня дастъ по окончательной укаткѣ всего 1 объемъ. Одна куб. сажень щебня получается изъ 0,9 куб. саж. камня. Такимъ образомъ для устройства 1 версты шоссе, шириною 2,5 с. и толщиною 6,5 д. потребно: $500 \times \times 2,5 \times \frac{6,5}{84} \times 1,4 \times 0,9 = 125$ куб. саж. камня и до 120 куб. саж. песку или всего около 280,000 пудовъ.

137. Приступая къ устройству шоссе, земляное полотно подчищаютъ, планируютъ (т. е. подводятъ подъ проектныя плоскости), выправляютъ продольные и поперечные уклоны и утрамбовываютъ. По краямъ щебеночной одежды забиваютъ колья вершинами вровень съ поверхностями песчанаго и щебеночнаго слоя, насыпаютъ слой песку и утрамбовываютъ. Затѣмъ укладываютъ бордюры или ставятъ на ребро доски, устраиваютъ обочины, покрывая ихъ слоемъ растительной или песчано-глинистой земли и насыпаютъ слой щебня. Иногда передъ разсыпкою щебень пропускается черезъ грохотъ и полученныя высѣвки употребляются послѣ укатки шоссе для заполненія промежутковъ между щебенками. Вмѣсто грохоченія можно щебень брать изъ кучъ не лопатами, а вилами, въ которыхъ разстояніе между зубцами равно наименьшему размѣру щебенки.

Рыхлый слой вновь разсыпаннаго щебня сплотняется въ твердую кору посредствомъ укатки его катками.

Устройство катковъ бываетъ различное. Они бываютъ конные и паровые. Вѣсъ первыхъ на каждый погонный ф. ихъ ширины бываетъ: наименьшій 60—90 п., наибольшій 120—150 п. Ширина катка 4—5 ф. Діаметръ 4—5½ ф. На фиг. 322 показано устройство обыкновеннаго коннаго катка. За неимѣніемъ чугуннаго катка можно его устроить изъ двухъ колесъ, обитыхъ досками и нагруженныхъ внутри пескомъ и камнемъ, кусками чугуна и т. д.

Сначала катокъ пускаютъ по чистому щебню. Углубляясь въ рыхлый щебень, катокъ образуетъ передъ собою волну, распластываетъ ее и оставляетъ за собою широкій слѣдъ. Волны, образующіяся по бокамъ катка, должны немедленно разравниваться рабочими. Когда образованіе волнъ прекратилось, что показываетъ, что щебенки потеряли подвижность, разсыпаютъ высѣвки или песокъ для заполненія промежутковъ между щебенками и укатываютъ шоссе до полнаго уплотненія слоя. Для облегченія и ускоренія укатки полезно шоссе поливать водою. Конный катокъ для полнаго уплотненія слоя долженъ по каждому мѣсту пройти: при твердомъ щебнѣ 40—50 разъ, при слабомъ 20—30. Чѣмъ щебень крупнѣе и слой его толще, чѣмъ число проходовъ катка должно быть болѣе.

Шоссе весьма много выигрываетъ въ своихъ качествахъ при укаткѣ его тяжелыми паровыми катками. На основаніи данныхъ, выведенныхъ изъ практики примѣненія этого рода катковъ заграницею, можно заключить, что при паровой укаткѣ сопротивленіе шоссе движенію значительно уменьшается (около $1^1/_2$ разъ), прочность шоссе увеличивается, расходъ на ремонтъ уменьшается почти на $^1/_3$, самая толщина щебеночнаго слоя можетъ быть меньше, чѣмъ при обыкновенной укаткѣ. Затраты на пріобрѣтеніе пароваго катка окупаются въ 4 года сокращеніями по расходу на ремонтъ шоссе.

Паровые катки бываютъ разныхъ системъ, наиболѣе распространена система Авелинга и Портера, примѣняемая и у насъ на нѣкоторыхъ шоссе. Катокъ этой системы состоитъ изъ 2 паръ катковъ; задняя пара имѣетъ общую ось, приводимую въ движеніи паровою машиною (работающею безъ расширенія пара). Катки передней пары слегка коническіе и ось ихъ можетъ вращаться на вертикальномъ стержнѣ. Ширина катковъ: переднихъ по 20 д. заднихъ по 16 д. Вѣсъ катка различный, начиная отъ 6 тоннъ и доходитъ до 30 тоннъ (въ Ливерпулѣ). Давленіе пара—4—6 атмосферъ. Скорость движенія около 800 саж. въ часъ.

138. Способъ устройства шоссе изъ естественнаго хряща или гравія отличается отъ вышеописаннаго способа устройства шоссе изъ битаго щебня вслѣдствіе того, что хрящъ обыкновенно бываетъ не однородный и главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что округленная форма камней хряща препятствуетъ плотному связыванію ихъ между собою даже послѣ укатки. Обыкновенно подъ

дѣйствіемъ катка слой изъ хряща не уплотняется, а только камни хряща передвигаются одинъ по другому или-же размельчаются. Поэтому для полученія возможно твердой коры лучше всего на слой хряща насыпать слой суглинка или тощей глины, въ измельченномъ состояніи, перемѣшать граблями или боронами хрящъ съ этою землею, а затѣмъ уже произвести укатку съ цѣлью вдавить землю въ промежутки между камнями хряща и выровнять поверхность дороги.

139. Кирпичный щебень изъ кирпича желѣзняка съ успѣхомъ, какъ показалъ опытъ на Кіевскомъ шоссе, можетъ замѣнять каменный щебень. Устройство шоссе изъ кирпича ничѣмъ не отличается отъ устройства шоссе изъ каменнаго битаго щебня.

140. Для постоянно исправнаго состоянія шоссе необходимо имѣть за нимъ самое тщательное наблюденіе и немедленно же производить въ немъ всѣ необходимыя исправленія, не давая поврежденіямъ разростаться до большихъ размѣровъ. Скопляющаяся пыль и грязь должны быть немедленно же удаляемы съ шоссе, такъ какъ иначе вода, содержащаяся въ грязи, скоро размягчаетъ кору и разъединяетъ щебенки. Вода, скопляющаяся въ выбоинахъ во время дождей по той же причинѣ, должна удаляться возможно скорѣе; канавы и обочины должны содержаться всегда въ чистомъ видѣ и не затруднять стока съ шоссе воды. Мелкія выбоины могутъ уничтожаться сами-собою, если очищать ихъ отъ грязи и заметать въ нихъ крупныя крошки щебня. Для задѣлки большихъ выбоинъ, внутренность ихъ очищается до песка, края вскирковываются, очищаются отъ грязи и затѣмъ выбоины заполняются очищеннымъ отъ грязи или же новымъ щебнемъ, плотно утрамбовываются и укатываются.

141. *Порча дороги* для затрудненія движенія непріятеля заключается въ порчѣ одежды ея, въ перекапываніи полотна рвами, въ загражденіи ея разными препятствіями, въ порчѣ или разрушеніи искусственныхъ сооруженій: мостовъ, трубъ, подпорныхъ стѣнъ и т. д. Мѣста для порчи должно выбирать такія, гдѣ испорченный участокъ трудно обойти по сторонамъ, гдѣ исправленіе дороги наиболѣе затруднительно по тѣснотѣ мѣста или по недостатку необходимыхъ для того матеріаловъ.

142. *Способъ исправленія* испорченной дороги зависитъ отъ рода произведенныхъ на ней поврежденій и отличается отъ способовъ устройства дороги вновь только большею поспѣшностью

производства работъ, а слѣдовательно и меньшею ихъ прочностью и солидностью.

143. При выборѣ направленія обыкновенныхъ дорогъ слѣдуетъ стремиться выполнить тѣже требованія, какія указаны для желѣзн. дорогъ (см. 2-ю часть курса), т. е., чтобы направленіе дороги было кратчайшее, близкое къ горизонтальному, чтобы дорога была со стороны непріятеля прикрыта позиціями, чтобы оборона ея была легче, чтобы она проходила черезъ мѣста, изобилующія строительными матеріалами, чтобы она наименѣе страдала отъ атмосферныхъ явленій и т. д.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

ТАБЛИЦА

Приложенiе 1.
Къ § 11.

Прочнаго сопротивленія сжатію въ (пуд.) стоекъ, подкосовъ, ригелей и проч., сдѣланныхъ изъ лѣса средняго качества.

Длина въ фут. / Толщ. въ дюйм.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
а) Круглаго поперечнаго сѣченія.																						
3	80	60	55	50																		
$3^1/_2$	115	105	95	85	65	55	48															
4	175	150	135	125	110	100	85	75	60	50												
$4^1/_2$	240	220	190	175	160	145	130	120	110	95	80	60	55	48								
5	330	290	255	235	215	200	185	175	155	135	120	110	95	80	65	55	45					
$5^1/_2$	420	375	340	305	280	265	250	235	210	195	180	155	140	130	110	95	85	80	70	60	50	
6	500	485	445	410	370	335	315	300	280	260	240	220	205	180	165	150	130	110	100	90	80	65
$6^1/_2$	635	590	550	525	485	440	395	355	340	330	320	295	275	250	230	205	195	165	155	130	120	110
7	760	710	655	630	590	550	505	455	430	405	390	365	340	320	300	280	250	240	215	205	170	150
$7^1/_2$	890	850	795	760	715	665	615	570	525	495	480	450	440	410	390	365	335	315	290	265	245	200
8	1025	1000	950	900	850	800	750	700	650	600	575	550	520	500	475	450	425	400	375	350	325	300
$8^1/_2$	1155	1140	1105	1055	990	940	890	825	790	730	665	645	620	590	565	545	510	490	460	440	410	375
9	1330	1295	1270	1205	1155	1100	1035	985	930	870	815	765	720	705	675	645	620	590	565	535	505	480
$9^1/_2$	1470	1435	1415	1370	1305	1250	1190	1130	1070	1015	950	895	840	810	780	755	720	700	665	630	600	570
10	1670	1645	1600	1570	1515	1440	1380	1315	1255	1190	1130	1065	1000	940	910	875	845	815	785	750	720	690
$10^1/_2$	1860	1815	1780	1750	1695	1630	1565	1500	1435	1365	1300	1235	1165	1105	1035	1005	970	935	905	870	840	805
11	2055	2020	1975	1940	1900	1830	1760	1690	1620	1550	1485	1420	1345	1275	1205	1140	1105	1070	1035	1000	965	930
$11^1/_2$	2235	2100	2160	2120	2070	2025	1960	1880	1810	1735	1665	1590	1520	1450	1380	1305	1235	1200	1160	1030	1090	1050
12	2460	2415	2370	2335	2290	2660	2185	2105	2030	1960	1880	1805	1730	1655	1580	1505	1430	1350	1320	1280	1240	1200
б) Квадратнаго поперечнаго сѣченія.																						
3	100	80	70	60	45																	
$3^1/_2$	145	130	120	105	85	70	60	50														
4	225	190	175	160	145	125	110	95	80	65	55	45										
$4^1/_2$	300	280	240	220	200	180	160	150	140	120	100	80	70	60	50							
5	425	375	325	300	275	250	235	225	200	175	155	140	125	100	85	75	60	55				
$5^1/_2$	540	480	440	400	360	340	320	300	270	250	230	200	180	170	140	120	110	105	90	75	65	55
6	705	620	575	525	480	430	410	380	360	335	310	285	260	230	215	190	170	145	130	120	105	90
$6^1/_2$	810	750	700	670	615	560	500	445	430	420	405	375	350	320	290	265	250	210	190	165	150	140
7	980	910	850	815	750	685	650	585	555	520	505	470	440	415	390	360	325	310	275	265	220	195
$7^1/_2$	1130	1090	1000	970	910	845	780	725	670	630	615	575	560	520	495	460	430	400	370	340	310	280
8	1310	1280	1215	1150	1085	1020	960	895	830	765	730	700	665	640	605	575	540	510	480	445	415	380
$8^1/_2$	1475	1455	1410	1340	1265	1200	1135	1055	1005	935	860	825	790	760	720	690	655	625	585	560	520	480
9	1700	1655	1620	1540	1475	1400	1335	1255	1185	1100	1040	970	930	900	860	825	790	755	720	680	645	610
$9^1/_2$	1890	1845	1820	1760	1680	1605	1530	1455	1380	1305	1220	1150	1080	1040	1005	970	930	900	855	810	770	735
10	2130	2085	2040	2000	1920	1840	1760	1680	1600	1520	1440	1360	1280	1200	1160	1120	1080	1040	1000	960	920	880
$10^1/_2$	2365	2310	2265	2225	2[illegible]55	2075	1990	1905	1825	1735	1655	1570	1485	1405	1320	1275	1235	1190	1155	1110	1065	1025
11	2595	2550	2495	2450	2400	2310	2225	2135	2050	1960	1875	1790	1700	1610	1525	1440	1395	1355	1305	1265	1220	1175
$11^1/_2$	2860	2810	2770	2720	2655	2595	2510	2410	2320	2225	2135	2040	1950	1860	1770	1675	1580	1540	1490	1445	1400	1350
12	3135	3080	3020	2980	2920	2880	2780	2685	2590	2495	2400	2300	2205	2100	2015	1920	1820	1725	1680	1630	1580	1530

Примѣчанія: 1) Для опредѣленія прочнаго сопротивленія сжатію *прямоугольнаго* бруса, надо изъ данной таблицы *б* опредѣлить грузъ, соотвѣтствующій длинѣ и наименьшему размѣру бруса и полученный грузъ умножить на отношеніе большаго размѣра бруса къ меньшему. Напримѣръ брусъ длиною 10 ф. и сѣченіемъ 6×8 дюйм. можетъ выдержать $525 \times {}^8/_6 = 700$ пуд.

2) По этой таблицѣ можно опредѣлять размѣры козловыхъ ногъ, ригелей и пр., если извѣстна ихъ длина и приходящееся на нихъ давленіе. Напримѣръ круглый подкосъ, длиною 20 ф., подверженный сжатію въ 400 пуд., долженъ имѣть діаметръ не менѣе $7^1/_2$ дюйм.; такой же квадратный долженъ имѣть толщину не менѣе 7 дюйм. Подкосъ прямоугольнаго сѣченія съ отношеніемъ сторонъ 5 : 7 долженъ имѣть наименьшій размѣръ равный толщинѣ квадратнаго сжимаемаго усиліемъ: въ $400 \times {}^5/_7 = 286$ пуд. т. е. $6^1/_2 \times 9$ дюйм.

Приложеніе 2.
Къ § 12.

ТАБЛИЦА.

Моментовъ сопротивленія относительно горизонтальной нейтральной оси (т. е. величина W).

1) Брусьевъ.

Шир. въ дюйм. / Высота въ дюйм.	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12	12½	13	13½	14	14½	15
15	37	56	75	93	112	131	150	168	187	206	225	243	262	281	300	318	337	356	375	393	412	431	450	468	487	506	525	543	562
14½	35	52	70	87	105	122	140	157	175	192	210	228	245	263	280	298	315	333	350	368	385	403	421	438	456	473	491	508	525
14	32	49	65	81	98	114	130	147	163	179	196	212	228	245	261	277	294	310	326	343	359	375	392	408	424	441	457	473	493
13½	30	45	61	76	91	106	121	137	152	167	182	199	212	228	243	258	273	288	304	319	334	349	365	380	395	410	425	440	455
13	28	42	56	70	84	98	112	126	141	153	169	188	197	211	225	239	253	267	281	295	309	324	338	352	366	380	394	408	422
12½	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260	273	286	299	312	325	338	351	364	377	390
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276	288	300	312	324	336	348	360
11½	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165	176	187	198	209	220	231	242	253	264	275	286	297	308	319	330
11	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	232	242	252	262	272	282	292	302
10½	18	27	36	45	55	64	73	82	91	101	110	119	128	137	147	156	165	174	183	192	202	211	220	229	238	218	257	266	275
10	16	25	33	41	50	58	66	75	83	91	100	108	116	125	133	141	150	158	166	175	183	191	200	208	216	225	233	241	250
9½	15	22	30	37	45	52	60	67	75	82	90	97	105	112	120	127	135	142	150	158	165	73	180	187	195	202	210	217	225
9	13	20	27	33	40	47	54	60	67	74	81	87	94	101	108	114	121	128	135	141	148	155	162	168	175	182	189	195	202
8½	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180
8	10	16	21	26	32	37	42	48	53	58	64	69	74	80	85	90	96	101	106	112	117	123	128	133	138	144	149	154	160
7½	9	14	18	23	28	32	37	42	46	51	56	61	65	70	75	79	84	89	93	98	103	107	112	117	122	126	131	136	140
7	8	12	16	20	24	28	32	36	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	94	98	102	106	110	114	118	122
6½	7	10	14	17	21	24	28	31	35	38	42	45	49	52	56	59	63	66	70	73	77	81	84	88	91	95	98	102	105
6	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
5½	5	7	10	12	15	17	20	22	25	27	30	32	35	37	40	42	45	47	50	52	55	58	60	63	65	68	70	73	75
5	4	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	46	48	50	52	54	56	58	60	62
4½	3	5	6	8	10	11	13	15	16	18	20	22	23	25	27	28	30	32	33	35	37	38	40	42	43	45	47	49	50
4	2,66	4	5,33	6,66	8	9,33	10,66	12	13,33	14,66	16	17,33	18,66	20	21,33	22,66	24	25,33	26,66	28	29,33	30,66	32	33,33	34,66	36	37,33	38,66	40
3½	2,04	3,06	4,08	5,10	6,12	7,14	8,16	9,18	10,20	11,22	12,25	13,27	14,29	15.31	16,33	17,35	18,37	19.39	20,41	21,43	22,45	23,47	24,50	25,52	26,54	27.56	28,58	29,60	30,62
3	1,5	2,25	3	3,75	4,5	5,25	6	6,75	7.5	8,25	9	9,15	10,5	11,25	12	12,7	13,5	14.2	15	15.8	16,5	17,3	18	18,7	19,5	20,2	21	21,7	22,5
2½	1,04	1,56	2,08	2,6	3,12	3,64	4,16	4,68	5,2	5,72	6,25	6,77	7,29	7,81	8,33	8,85	9,37	9,89	10,41	10,93	11,45	11,97	12,5	13,02	13,54	14,06	14.58	15.10	15,62
2	0,66	1	1,33	1,66	2	2,33	2,66	3	3,33	3,66	4	4,33	4,66	5	5,33	5,66	6	6,33	6,66	7	7.33	7,66	8	8,33	8,66	9	9,33	9,66	10
1½	0,37	0,56	0,75	0,93	1,12	1,31	1,50	1,68	1,87	2,06	2,25	2,43	2,62	2,81	3	3,18	3,37	3,56	3,75	3,93	4,12	4,31	4,50	4.68	4,87	5.06	5,25	5,13	5
1	0,16	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	1,00	1,08	1,16	1.25	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66	1,75	1.83	1,91	2,00	2.08	2,16	2,25	2,33	2,41	2

2) Круглыхъ бревенъ.

Діаметр. въ дюйм.	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12	12½	13	13½	14	14½	15
	0,097	0,33	0,785	1,534	2,65	4,21	6,28	8,95	12,27	16,33	21,2	26,96	33,67	41,42	50,26	60,3	71,5	84,1	98,1	113,6	130,6	149,3	169	191	215	241	269	299	331

3) Полукруглыхъ пластинъ, шириною, равною половинѣ высоты.

Высота въ дюйм.	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12	12½	13	13½	14	14½	15
	0,26	0,87	2,02	3,91	7,02	11,14	16,64	23,69	32,80	43,25	56,16	71,40	89,18	109,68	133	159	189	223	260	300	346	395	449	507	571	640	713	792	877

4) Рельсы виньолевскаго типа.

	Одиночные.			Двойные, склепанные подошвами.		
Высотою въ дюйм.	4	4½	5	8	9	10
Вѣсъ 1 пог. фут. въ фн.	21,1	23,3	26	42	46,6	52
(W въ дюйм.)	5,6	6,8	8,55	16	20	24,8

5) желѣзныя прокатныя балки двутавроваго сѣченія.

Высота балки. (въ дюймахъ)	Ширина пояса. (въ дюймахъ)	Толщина стѣнки и пояса. (въ дюймахъ)	Вѣсъ 1 пог. ф. балки въ фн.	W въ дюйм.	Высота балки. (въ дюймахъ)	Ширина пояса. (въ дюймахъ)	Толщина стѣнки и пояса. (въ дюймахъ)	Вѣсъ 1 пог. ф. въ фн.	W въ дюйм.
4,72	2,75	6 / 32	13	4,24	9,25	3,54	12½ / 32	25,2	14,6
	2,9	11 / 32	14,1	4,33		3,78	19 / 32	33,3	17,9
5,5	2,75	7 / 32	12,6	5,78	9,84	4,33	10 / 32	32,7	26,3
	2,95	13 / 32	16,8	6,75		4,56	17 ½/ 32	41,7	30,0
6,3	2,75	7½ / 32	14,5	7,15	11	4,72	11½ / 32	30,2	27,0
	2,95	14 / 32	19	8,15		4,96	19 / 32	43,2	31,8
7,08	2,75	8 / 32	16,1	8,10	11,81	5,51	12½ / 32	38,2	35,4
	2,95	14½ / 32	21,4	9,75		5,75	20 / 32	48	41,0
7,87	3,54	9 / 32	22,3	13,4	12,6	5,35	20 / 32	56,2	56,3
	3,78	16½ / 32	29,3	15,9		5,59	28 / 32	67,1	61,8
8,66	3,93	9½ / 32	26,8	18,2	15,75	5,51	20 / 32	61,4	74,5
	4,17	17 / 32	34,6	21,1		5,75	28 / 32	75,2	83,0

ТАБЛИЦА

Размѣровъ (въ дюймахъ) составныхъ частей сложныхъ балокъ съ прокладками и шпонками.

	Балки съ прокладками или распорками, при глубинѣ врубки послѣднихъ = 1/5 высоты отдѣльнаго бруса.																	
	Зазоръ между брусьями = 0,8 ихъ высоты.						Зазоръ между брусьями = 0,6 ихъ высоты.						Зазоръ между брусьями = 0,4 ихъ высоты.					
	Двойныя высотою 2,8h_1		Тройныя высотою 4,6h_1		Четверн. высотою 6,4h_1		Двойныя высотою 2,6h_1		Тройныя высотою 4,2h_1		Четверн. высотою 5,8h_1		Двойныя высотою 2,4h_1		Тройныя высотою 3,8h_1		Четверн. высотою 5,2h_1	
1. Отношеніе ширины b бруса къ его высотѣ h_1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1
2. Высота каждаго бруса $h_1 > \sqrt[3]{Pl} \times$	0,43	0,387	0,37	0,33	0.36	0,32	0,45	0,40	0,386	0,346	0,373	0,333	0,47	0,42	0,405	0,36	1,39	0,35
3. Высота балки, $h \geq \sqrt[3]{Pl} \times$	1,2	1,08	1,70	1,52	2,29	2,05	1,17	1,05	1,62	1,46	2,16	1,93	1,13	1,01	1,54	1,38	2,04	1,82
4. Высота шпонки или распорки	1,2h_1						h_1						0,8h_1					
5. Ширина или длина	о т ъ 2h_1 д о 2½h_1																	
6. Разстояніе между осями шпонокъ или распорокъ	о т ъ 4h_1 д о 5h_1																	
7. Разстояніе между осями болтовъ	(Діаметромъ около 1/10 ширины бруса) отъ 2h_1 до 2½h_1																	
8. Предѣлъ прочнаго сопрот. дерева растяж. и сжатію при изгибѣ въ пуд. на 1 квадратный дюймъ	24		18		12		24		18		12		24		18		12	

	Балки со шпонками при глубинѣ врубки послѣднихъ = 1/5 высоты отдѣльнаго бруса.											
	Зазоръ между брусьями въ 1/10 ихъ высоты.						Безъ зазора между брусьями.					
	Двойныя высотою 2,1h_1		Тройныя высотою 3,2h_1		Четверн. высотою 4,3h_1		Двойныя высотою 2h_1		Тройныя высотою 3h_1		Четверн. высотою 4h_1	
1. Отношеніе ширины b бруса къ его высотѣ h_1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1	5/7	1
2. Высота каждаго бруса $h_1 > \sqrt[3]{Pl} \times$	0,512	0,458	0,442	0,395	0,427	0,382	0,528	0,472	0,457	0,409	0,412	0,395
3. Высота балки, $h \geq \sqrt[3]{Pl} \times$	1,075	0,962	1,414	1.264	1,836	1,643	1,056	0,944	1,37	1,23	1,77	1,58
4. Высота шпонки или распорки	0,5h_1						0,4h_1					
5. Ширина или длина	о т ъ 1,4h_1 д о 1,5h_1											
6. Разстояніе между осями шпонокъ или распорокъ	о т ъ 3,5h_1 д о 3,75h_1											
7. Разстояніе между осями болтовъ	отъ 3,5h_1 до 3,75h_1 (болты не черезъ шпонки, а между ними).											
8. Предѣлъ прочнаго сопрот. дерева растяж. и сжатію при изгибѣ въ пуд. на 1 квадратный дюймъ	24		18		12		24		18		12	

Вѣсъ: P — равномѣрно распредѣленный грузъ въ пудахъ на всю балку, l — длина пролета въ футахъ.

Если приходится брусья сращивать по длинѣ, то сросты слѣдуетъ разгонять такъ, чтобы въ одномъ сѣченіи было не болѣе одного стыка. При этомъ тройная балка принимается за двойную, четверная за тройную

Для разъясненія пользованія таблицею приводятся слѣдующіе примѣры:

Примѣръ 1. Опредѣлить размѣры тройной балки изъ прямоугольныхъ брусьевъ, съ распорками. Пролетъ 40 фут. временной равном. распред.: грузъ 15 п. на 1 пог. ф. балки, т. е. $P = 15 \times 40 = 600$ пуд.

Рѣшеніе $\sqrt[3]{Pl} = \sqrt[3]{600 \times 40} = 29$, при зазорѣ между брусьями въ 0,8h_1 $h_1 \geq 29 \times 0,37 = 10,75$ д

0,6h_1 $h_1 > 29 \times 0,386 = 11,2$ д

0,4h_1 $h_1 \geq 39 \times 0,405 = 11,86$ д.

Примѣръ 2. Имѣются брусья 7×7 дюйм. Какую балку слѣдуетъ собрать изъ нихъ для моста длиною 10 фут. съ нагрузкою въ 70 п. на 1 пог. ф. балки.

Рѣшеніе. $\sqrt[3]{Pl} = \sqrt[3]{700 \times 10} = 19,1$

$7 \geq 19,1 \times y$, отсюда $y \leq \frac{7}{19,1} = 0,36$

Просматривая таблицу, строку 2-ю (высота бруса) $\frac{b}{h_1} = 1$ находимъ, что изъ брусьевъ 7×7 дюйм. придется сдѣлать для даннаго моста только тройную съ прокладками и съ зазоромъ между брусьями 0,6 — 0,8 высоты бруса, т. е. 4¼ — 5½ дюйм.

Всѣ же двойныя, остальныя тройныя и со шпонками — и четверныя оказываются для данной нагрузки слабыми (ибо у нихъ $y > 0,36$) или, иначе говоря, должны быть сдѣланы изъ болѣе толстыхъ брусьевъ.

Приложеніе 4.
къ § 34—38.

Разсчетъ моста подкосной системы съ ригелемъ.

Мостъ назначенъ для переправы осадной артиллеріи. Длина пролета 6 саж.; ширина проѣзжей части $10^1/_2$ ф. Устои моста состоятъ изъ 3 свай.

Для настилки есть доски 2×9 дюйм. Давленіе колеса 75 пуд., длина хода лафета $10^1/_3$ ф., ширина хода 5 ф.

Опредѣлить размѣры составныхъ частей моста.

Рѣшеніе. При ригелѣ длиною 2 саж. разстояніе между точками опоры переводины—14 ф. $=$ 168 д., разстояніе между точками опоры свайной насадки $= \frac{10^1/_2}{2} = 5^1/_4$ ф. $=$ 63 д.

1) Сдѣлавъ настилку двойною, разстояніе между переводинами опредѣлится изъ выраженія:

$$\frac{Pl}{4} \leqq 2\ RW \text{ или } \frac{75 \times l}{4} \leqq 2 \times 40 \times \frac{9 \times 4}{6}$$

откуда $l = 25{,}6$ дюйм.

Слѣдовательно число переводинъ будетъ $\frac{10{,}5 \times 12}{25{,}6} + 1 = 6$,

а дѣйствительное разстояніе между ихъ осями будетъ:

$$\frac{10{,}5 \times 12}{6-1} = 25 \text{ дюйм.}$$

2) Площадь мостового полотна на одну переводину между двумя смежными точками ея опоры. $\frac{10{,}5 \times 14}{5} = 29{,}4$ кв. ф. $= 0{,}6$ кв. саж.

Вѣсъ этой части мостового полотна будетъ приблизительно $0{,}6 \times 30 = 18$ пуд.

Вѣсъ временной равномѣрно распредѣленной нагрузки на эту площадь будетъ $0{,}6 \times 70 = 42$ пуд.

Давленіе одного колеса 75 пуд.

3) Діаметръ переводины опредѣлится по формулѣ

$\frac{Pl}{4} + \frac{pl \times l}{8} \angle RW$ (ибо здѣсь $P = 75$ болѣе половины временнаго равн. распр. груза).

или $\frac{75 \times 14 \times 12}{4} + \frac{18 \times 14 \times 12}{8} \leqq 40 \times \frac{d^3}{10}$, отсюда $d = \sqrt[3]{882} =$ 9,6 дюйм. $= 5^1/_2$ вершк. Предполагая, что переводины перекрываютъ только пролетъ между двумя смежными точками ихъ опоры,

длина ихъ должна быть не менѣе 16—17 ф. а вѣсъ каждой (см. (Прилож. 10)—около 10 пуд., а вѣсъ 18 переводинъ около 180 п.,

настилки $1^1/_2 \times 6 \times \frac{84}{9} \times 0{,}88 \times 2$ . . . 150 пуд.

всего вѣсъ полотна 320 пуд., т. е. около 37 пуд. на 1 кв. с.

(опредѣляя діаметръ переводинъ по полученнному вѣсу полотна, увидимъ, что діаметръ долженъ быть не менѣе $\sqrt[3]{904\ 05}=9{,}66$ д., т. е. почти тоже, что и прежде).

4. Такъ какъ въ устоѣ 3 сваи, то число подкосныхъ фермъ тоже 3 и помочной брусъ имѣетъ тоже только 3 точки опоры.

Давленіе на среднюю точку опоры помочнаго бруса или свайной насадки будетъ:

отъ вѣса моста — $\frac{330}{3} \times \frac{1}{2} = 55$ пуд.

» давленія толпы — $2 \times \frac{1{,}5}{2} \times 70 = 105$ пуд.

» » орудія— $\frac{P}{al}$ (2 a -L) (2 l—c) (см. § 33).

» » или — $\frac{75}{14\times5^1/_4}(2 \times 14 - 10^1/_3)(2 \times 5^1/_4 - 5)$ = 100 пуд.

Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ давленіе на среднюю опору отъ толпы (105 п.) или отъ орудія (100 п.)—одно и тоже и наибольшее будетъ 105+55=160 пуд. *).

5. Если уголъ наклоненія подкоса къ горизонту 45°, то давленіе на подкосъ: $160 \times \frac{1}{\sin 45} = 1{,}4\times160 = 230$ пуд., длина подкоса $14\times1{,}4 = 20$ ф. поэтому на основаніи прилож. 1, діаметръ подкоса долженъ быть не менѣе $6^1/_2$ д. = 4 верш.

Давленіе на ригель $160 \times \cot 45=160$ п., длина ригеля 14 ф., слѣдовательно діаметръ его долженъ быть не менѣе 5 д. = 3 верш.

Слѣдовательно, діаметръ ригеля и подкоса долженъ быть не менѣе 4 вершк.

---

*) Давленіе на каждую изъ крайнихъ точекъ опоры будетъ:

отъ вѣса моста — $\frac{55}{2} = 27^1/_2$ пуд.

» » толпы — $\frac{105}{2} = 52^1/_2$ »

» » орудія— 100 »

Слѣдовательно наибольшее давленіе на каждую крайнюю точку опоры насадки или помочнаго бруса будетъ $27^1/_2 + 100 = 127^1/_2$ пуд.

6. Размѣры свайной насадки и помочнаго бруса опредѣлятся такимъ образомъ: вѣсъ моста и вѣсъ толпы, приходящіеся на часть насадки или помочного бруса между двумя смежными точками опоры очевидно будутъ тѣ же, что и на среднюю опору, т. е. 55 п. и 105 п.

Наибольшее давленіе отъ орудія (когда одно колесо стоитъ надъ этими брусьями и по срединѣ между ихъ смежными точками опоры) будетъ $\frac{75}{14}(28-10^1/_3)=95$ пуд., т. е. болѣе половины врем. равн. распредѣл.

Слѣдовательно, размѣры насадки или помочнаго бруса опредѣлятся изъ формулы $\frac{Pl}{4}+\frac{pl\times l}{8}\leqq RW$ или

$$\frac{95\times5^1/_4\times12}{4}+\frac{55\times5^1/_4\times12}{8}\leqq40\times\frac{d^3}{10}\text{, отсюда } d=\sqrt[3]{482{,}3}=$$

$=7{,}9-8$ дюйм. $=4^1/_2$ верш.

7. Опредѣлимъ теперь давленіе на сваи устоя.

Давленіе на вершину средней сваи опредѣлено уже выше въ п. 4. и равно при времен. равномѣрно распредѣленной

нагрузкѣ . . . . 160 пуд.

а при времен. сосредоточенной . . . . 155 »

Полное давленіе на среднюю сваю будетъ равно давленію на ея вершину+давленіе на вершины врубленныхъ въ нее подкосовъ, т. е. при временной равномѣрн. распред. нагрузкѣ будетъ $160+160\times\times2=480$ пуд., т. е. вѣсу той части полотна всего пролета, который приходится на эту сваю, сложенному съ вѣсомъ толпы, занимающей всю эту часть моста. Въ самомъ дѣлѣ вѣсъ полотна цѣлаго пролета равенъ 330 пуд., а на среднюю сваю приходится вѣсъ половины площади всего пролета, т. е. 165 пуд. Вѣсъ толпы, стоящей на этой площади, равенъ

$\frac{6\text{ саж.}\times1^1/_2\text{ саж}}{2}\times70=4^1/_2\times70=315$ п. Всего $315+165=480$ п.

При сосредоточенной нагрузкѣ наибольшее давленіе на сваю получится, если орудіе однимъ колесомъ станетъ надъ сваей.

Въ этомъ случаѣ давленіе отъ вѣса моста останется прежнее, т. е. 165 пуд. Давленіе же отъ орудія распредѣлятся такъ: на вершину сваи останется тоже прежнее, т. е. 100 п.; на вершину же подкоса будетъ давить $\frac{75}{5^1/_4}(2\times5^1/_4-5)\times\frac{10^1/_3}{14}=$ $=58$ пуд.—которое полностью и передается сваѣ. Слѣдовательно,

полное на нее давленіе будетъ: $165 + 100 + 58 = 323$ пуд. Если допустить, что одинъ пролетъ занятъ толпой, а на другомъ стоитъ осадное орудіе, то къ вычисленному давленію надо добавить еще давленіе толпы на половину площади мостоваго полотна, приходящуюся на среднюю сваю т. е. на $\frac{6 \times 1^1/_2}{2 \times 2} = 2^1/_4$ кв. саж., тогда получимъ наибольшее давленіе на среднюю сваю равнымъ $323 + 2^1/_4 \times 70 = 480$ пуд.

Давленіе это случайно вышло равнымъ давленію отъ времен. равномѣрно распредѣленной нагрузки, вообще же оно будетъ иное, въ зависимости отъ конструкціи фермъ, почему *для опредѣленія наибольшаго давленія на устои, слѣдуетъ вычислять давленіе на нихъ отъ временной нагрузки какъ равномѣрно распредѣленной, такъ и сосредоточенной и брать то изъ нихъ, которое больше.*

8. Полный вѣсъ одного пролета моста будетъ: вѣсъ полотна 330 пуд.

3 фермъ изъ 4 верш. бревенъ—всего длиною

3 $(1,4 \times 2 + 2) = 14,5$ пог. с.—$(3,21 \times 2 + 4,48)\ 3 = 33$

1 насадка и 2 помочныхъ бруса изъ $4^1/_2$ верш.—бревенъ длиною 2 саж., всего 6 пог. с.—17.

380 пуд.—т. е. столько же, сколько вѣситъ верхнее строеніе и стропильнаго мѣста. (См. приложеніе 5).

9. Подкосъ и ригель, сжимая помочный брусъ, стремятся смять его поперекъ волоконъ. Усиліе, сминающее помочный брусъ, равно напряженію подкоса и ригеля. Для прочности необходимо, чтобы величина этого усилія на единицу площади соприкасанія не превосходила 8 пуд. на 1 кв. д. (§ 11, 4). Поэтому площадь соприкасанія съ помочнымъ брусомъ:

ригеля д. б. не менѣе $\frac{160}{8} = 20$ кв. д.

подкоса » » » $\frac{230}{8} = 30$ » »

Рѣшимъ ту же задачу въ предположеніи, что устои состоятъ не изъ 3, а изъ 4 свай.

Въ этомъ случаѣ размѣры и число переводинъ останутся тѣ же, измѣнится только давленіе на помочные брусья, насадки и ихъ опоры, а слѣдовательно—и давленія на подкосы и ригеля.

Разстояніе между точками опоры помочныхъ брусьевъ и насадокъ будетъ: $\frac{10^1/_2}{3} = 3,5$ ф. $= 42$ д.

Давленіе отъ моста будетъ: $\frac{330}{3} \times {}^1/_3 = 37$ пуд.

» » толпы $\frac{2 \times 1^1/_2}{3} \times 70 = 70$ пуд.

» » орудія прежнее: т. е. 95 »

Слѣдовательно, діаметры насадки или помочного бруса опредѣлятся изъ выраженія:

$$\frac{95 \times 42}{4} + \frac{37 \times 42}{8} \leqq 40 \frac{d^3}{10} \text{ и } d = \sqrt[3]{393} = 7^1/_2 \text{ д.}$$

Давленіе на точки опоры: отъ вѣса моста 37 п.

» » толпы 70 »

орудія, такъ какъ ширина хода болѣе разстоянія между точками опоры насадки или помочного бруса, то $\frac{75}{14}(14 \times 2 - 10^1/_3) = 95$ пуд.

Слѣдов. наибольшее давленіе на вершину подкоса или на сваю будетъ $37 + 95 = 132$ пуд.

Давленіе на подкосъ: $132 \times 1{,}_4 = 185$ п.

» » ригель $132 \times 1{,}_4 = 132$ »

Размѣры ихъ опредѣлятся по предъидущему и очевидно могутъ быть лишь немного менѣе т. обр.: что вѣсъ моста останется почти тотъ-же, слѣд. потребуетъ такое же количество (по объему) лѣса, работа же по постройкѣ его увеличится, такъ какъ надо заготовить вмѣсто трехъ — 4 подкосныхъ фермы и вбить по одной лишней сваи въ каждый устой.

Рѣшимъ ту же задачу въ предположеніи, что устои состоятъ изъ 3 свай, настилка лежитъ на поперечинахъ, опирающихся на 3 прогона, подпертые каждый двумя подкосами и ригелемъ.

1) Разстояніе между поперечинами, зависящее отъ размѣровъ настилки, будетъ по прежнему $= 25{,}_6$ д.

Слѣдов. число поперечинъ на одномъ пролетѣ будетъ:

$$\frac{6 \times 24}{25{,}_6} + 1 = 21,$$

длина перечинъ при $10^1/_2$ ф. ширинѣ проѣзжей части будетъ около 13 ф.

2) На каждую поперечину приходится вѣсъ мостового полотна около $\frac{6 \times 1^1/_2}{20} \times 37 = 17$ пуд., а на часть ея между двумя смежными прогонами — 8,5 — 9 пуд.

Діаметръ поперечинъ опредѣлится по формулѣ $\frac{Pl}{4} + p\frac{ll}{8} \leqq RW$

или $\frac{75 \times 5^1/_4 \times 12}{4} + \frac{9 \times 5^1/_4 \times 12}{8} \leqq \frac{40 d^3}{10}$

откуда $d = \sqrt[3]{313}$ = около 7 д. = 4 вершк.

3) Вѣсъ настилки . . . . . . 150 п.

» 21 поперечины 21—4,16—88 »

всего 238 п.

На средній прогонъ придется изъ этого — 119 п., а на часть его между двумя смежными точками опоры $\frac{119}{3}$ = 40 пуд. Считая его вѣсъ около 10 пуд., всего на него придется 50 пуд.

Размѣры его опредѣлятся по форм. $\frac{Pl}{4} + p\frac{ll}{7} \leqq RW$, гдѣ P будетъ не 75 пуд., а $75\left(\frac{5^1/_4 - 5}{5^1/_4} + 1\right)$ = 80 пуд., т. к. разстояніе между прогонами болѣе ширины хода повозки.

Слѣд.: $\frac{80 \times 14 \times 12}{4} + \frac{50 \times 14 \times 12}{8} \leqq \frac{40 d^3}{10}$, откуда $d^{\prime\prime} = \sqrt[3]{1124}$ =

= $10^1/_2$ д. = 6 вершк.

вѣсъ 2-хъ саж. прогона $9,_4$ п.

4) Давленіе на вершину подкосовъ: отъ вѣса моста 50 п.

толпы $\frac{2 \times 1^1/_2}{2} \times 70 = 105$ »

отъ орудія $\frac{75}{14 \times 5^1/_4}(2 \times 14 - 10^1/_2)(2 \times 5^1/_4 - 5) = 100$ »

Слѣдов. наибольшее давленіе на подкосъ — 155 пуд. т. е., почти тоже, что и прежде, поэтому и размѣры ихъ останутся прежніе, т. е. 7 д. = 4 в.

5) Такимъ образомъ полный вѣсъ пролета будетъ:

вѣсъ настилки и поперечинъ . .	238	пуд.
» 6 прогоновъ длин. 2 с. каждый	56,4	»
» 3 подкосныхъ фермъ . . .	33	»
» свайной насадки	5,6	»

всего . . 333 п. т. е. не легче предъидущихъ конструкцій, за то требуетъ болѣе толстаго лѣса для прогоновъ.

Всѣ вышеприведенные разсчеты составлены съ точностью до $^1/_{10}$ дюйма только для того, чтобы объяснить самый методъ ихъ производства. На дѣлѣ такая точность не имѣетъ никакого практическаго значенія, требуетъ много времени и кропотливаго труда, а потому при производствѣ этихъ разсчетовъ всѣ нагрузки и размѣры должны быть округляемы въ большую сторону.

Приведенные 3 примѣра показываютъ, что, измѣняя конструкцію моста, вѣсъ его остается почти безъ измѣненія, мѣняются только размѣры составныхъ его частей. Слѣд. имѣя матеріалъ въ достаточномъ количествѣ, но разныхъ размѣровъ, всегда можно выбрать такую систему моста, при которой этотъ матеріалъ м. б. употребленъ въ дѣло, или другими словами: всегда можно построить мостъ изъ какого угодно матеріала, лишь бы послѣдній былъ въ достаточномъ количествѣ.

Разсчетъ стропильнаго моста.

Мостъ для осадной артил: Пролетъ 6 саж. ширина $1^1/_2$ с. для настилки имѣются доски 2 × 9 д. Опредѣлить размѣры составн. частей моста о 2 бабкахъ.

Рѣшеніе. Возьмемъ ферму 1-го типа. Примемъ разстояніе между бабками 2 саж.

1. Сдѣлаемъ настилку двойною. Тогда разстояніе между поперечинами: $\frac{75 \times 1}{4} \leqq 2 \times 40 \times \frac{9 \times 4}{6}$, отсюда $1 = \frac{1920}{75} = 25{,}_6$ дюйм.

Число поперечинъ: $6 \times 7 \times 12:25$, $6 + 1 = 21$, длина поперечинъ $10^1/_2 + 2 \times 1^1/_2 = 13^1/_2$.

2. Толщина поперечинъ, считая вѣсъ полотна около 20 пуд. на 1 кв. саж.

$$\frac{75 \times 10^1/_2 \times 12}{4} + 1^1/_2 \times \frac{6}{20} \times 20 \times \frac{10^1/_2 \times 12}{8} < 40 \times d^3/_{10}.$$

Отсюда $d = \sqrt[3]{626} = 8{,}6$ д —9 дюйм. Здѣсь $1^1/_2 \times \frac{6}{20}$ — площ. полотна въ кв. с. на 1 поперечину.

Вѣсъ 1 попер. $= 0{,}44 \times 13^1/_2 = 6$ пуд.

» 21 » 126 » 0,44—площ. поп. сѣченія въ кв. ф. $13^1/_2$—длина попер. въ футахъ (вѣсъ 1 куб. ф. = 1 пуд.).

Вѣсъ настилки $1^1/_2 \times 6 \times 49 \times {}^1/_3 = 147$ пуд.

3. Вѣсъ моста—273 пуда.

» » на 1 ферму—136,5 пуд.

» » 1 бабку— 45,5 »

Давленіе на 1 бабку отъ толпы людей $2 \times 1^1/_2 \times {}^1/_2 \times 70 = 105$.

» » 1 » » орудія по ф. $\frac{P}{la}(2l - L)(2a - c)$... § 33.

или $\frac{75}{14 \times 10{,}5}(28 - 10^1/_2)(21 - 5) = 144$ пуд.

Слѣдов. наиб. давленіе на бабку: $45{,}5 + 144 = 190$.

Наименьшее попер. сѣченіе ея $\frac{190}{40} = 5$ *кв. д.*

Высота бабки 14 ф., слѣд. объемъ или вѣсъ $\frac{14 \times 5}{144} = {}^1/_2$ п. (около).

4. Давленіе на ноги $= 190 \times \frac{1}{\mathrm{Sin.}\,45^0} = 270$ п. ($\frac{1}{\mathrm{Sin.}\,45^0} = 1{,}4$).

Длина ноги $2 \times 1,4 = 2,8$ саж. слѣд., наименьшій ея діаметръ по таблицѣ 1 будетъ $6^1/_2$—7 дюйм.

5. Давленіе на ригель равно давленію на бабку, такъ какъ cotg. $45^\circ = 1$.

Слѣд. $= 190$ пуд. и діаметръ ея $= 5^1/_2$ д.

6. Усиліе, вытягивающее затяжку, тоже равно 190 п. или слабѣйшее сѣченіе ея не $< \frac{190}{40} = 5$ кв. д.

Затяжка кромѣ того изгибается. Усиліе, дѣйствующее на затяжку: вѣсъ моста 45,5 пуд.

Толпы—105 пуд.

Давленіе колеса: $75\left(1 + \frac{10,5-5}{10,5}\right) = 116$ пуд.

Отсюда: $\frac{116 \times 2 \times 84}{4} + \frac{45,5 \times 2 \times 84}{8} \leqq 40 \frac{d^3}{10}$.

$$\text{отсюда } d = \sqrt[3]{1457} = 11,4 \text{ д.}$$

Поперечная площадь ея = 102,07 кв. д.
а прибавляя на вытягив. — 5,00 кв. д.

Попер. площ. затяжки = 107,07 кв. д.

Слѣд.: ея діаметръ = 11,7 д.

Т. обр. на затяжку потребуется лѣсъ толщиною 7 вер. Прочія же части могутъ быть сдѣланы всѣ изъ бревенъ толщиною въ 4 вершка. Вѣсъ всего моста будетъ: вѣсъ настилки и поперечинъ—273 п.—2 затяжекъ, длиною 6×2 с. —около 90 п.
—4 ногъ, 2 ригелей и 2 бабокъ— 45 п.

всего около 410 п.

Если затяжка срощена по длинѣ прямымъ замкомъ, а сростъ расположенъ подъ бабкою, гдѣ затяжка поддерживается хомутомъ, то толщина ея можетъ остаться та же, такъ какъ въ этомъ случаѣ ослабленіе ея происходитъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ изгибающее усиліе не дѣйствуетъ, а для сопротивленія вытягиванію достаточно имѣть всего 5 кв. д. (см. выше п. 6), между тѣмъ при ростѣ зубомъ, какъ извѣстно, поперечное сѣченіе ослабляется только въ 7 разъ. Поперечное же сѣченіе затяжки, толщиною 7 вер., составляетъ болѣе 100 кв. д и слѣд. $^1/_7$ часть будетъ около 15 кв. д.

Возьмемъ теперь ферму *2-го типа*, при той же пастилкѣ, томъ же наклонѣ стропильныхъ ногъ и пр.

1. Двойная настилка, какъ опредѣлено выше, допускаетъ разстояніе между переводинами въ 25,6 дюйм.

Слѣдов., число продольныхъ переводинъ будетъ: $\frac{10{,}5\times 12}{25{,}6} + 1 = 6$.

2. Площадь настилки на 1 перевод.: между двумя смежными точками ея опоры $= 2 \times 1^1/_2 \times {}^1/_5 = 0{,}6$ кв. саж. или прибл.: вѣсъ моста на 1 переводину $0{,}6 \times 30 = 18$ пуд.
Опредѣляя по форм. (1) діаметръ переводинъ, получимъ

$\frac{75\times 14\times 12}{4} + 18 \times \frac{14\times 12}{8} \leq 40\frac{d^3}{10}$, откуда $d = \sqrt[3]{882} = 9{,}6$ дюйма (около $5^1/_2$ в.).

Предполагая, что переводины перекрываютъ только пролетъ между 2 бабками или между бабкою и устоемъ, всего потребуется $6 \times 3 = 18$ перев. длиною $14 + 3 = 17$ ф. Вѣсъ 1 переводины =

$$= \frac{22}{7} \times \overline{9{,}6}^2 \times {}^1/_4 \times \frac{1}{144} \times 17 = 8{,}55 \text{ п.}$$

$$- 18 = 154 \text{ пуд.}$$

Слѣдов., вѣсъ настилки и переводинъ будетъ $154 + 135 = 290 - 300$ пуд.

3. Вѣсъ моста на 1 бабку — 50 пуд.
» орудія по предид. 144 »

всего 194 пуд., слѣд.: размѣры бабки остаются тѣ же, что въ первомъ типѣ.

4. Тѣми же останутся размѣры ногъ и ригеля.

5. Затяжка, подвергаясь одному растяженію, можетъ имѣть, какъ опредѣлено выше, всего 5 кв. дюйм. въ попер. сѣченіи въ самой слабой части. При percrѣ прямымъ замкомъ она должна слѣд. въ срединѣ пролета имѣть не менѣе $5 \times 7 = 35$ кв. д., слѣд. также какъ и ноги, ригель и бабки затяжка можетъ быть сдѣлана изъ 7 дюйм. (4 верш.) лѣса.

Вѣсъ двухъ затяжекъ, общею длиною $= 6 \times 2$ саж. будетъ около 35 пуд.

Вѣсъ 4 ногъ, 2 ригелей и 2 бабокъ по прежнему около 45 пуд.

Слѣд., общій вѣсъ моста безъ 2 попер. помочныхъ брусьевъ будетъ около $300 + 35 + 45 = 380$ п.

6. На каждый помочной брусъ давитъ $^1/_3$ вѣса моста, т. е. 130 пуд.; вѣсъ толпы: $2 \times 1^1/_2 \times 70 = 210$ пуд.

$$\text{давленіе 2 соср.: грузовъ по } 75 \left(1 + \frac{14-10^1/_3}{14}\right) = 92 \text{ п.}$$

Слѣдов. опредѣляя размѣры его по формулѣ (1)

$$\text{получимъ } 92 \times \frac{10{,}5 \times 12}{4} + \frac{130 \times 10{,}5 \times 12}{8} \leqq \frac{40, d^3}{10},$$

$$\text{откуда } d = \sqrt[3]{1238} = 10,\ 8 \text{ д.}$$

Опредѣляя размѣры его по формулѣ (2) получимъ

$$92 \times \frac{(2l-5)^2\ 12^2}{8 \times 126} + 130 \times \frac{126}{8} \geqq \frac{40\ d^3}{10}, \text{ получимъ } d = \sqrt[3]{1353}$$
$= 11{,}1$ д.

Въ первомъ случаѣ вѣсъ его (длиною 2 саж.) будетъ$=9{,}4$ п. во второмъ 10,7 п. а наибольшій вѣсъ двухъ помочныхъ брусьевъ —22 п. *Слѣдов. мостъ 2-го типа даже нѣсколько легче 1-го и въ то же время требуетъ болѣе тонкаго лѣса, такъ какъ даже помочные брусья могутъ быть тоньше затяжки 1-го типа. Длина же ихъ въ данномъ случаѣ втрое меньше длины затяжекъ.*

7. Внутреннія напряженія, проявляющіяся въ ногахъ и въ ригелѣ въ мѣстѣ врубки ихъ въ бабку, стремятся смять бабку. Величина этихъ усилій равна величинѣ напряженій, сжимающихъ ригель и ногу. Поэтому площадь соприкасанія послѣднихъ къ бабкѣ должна быть на столько велика, чтобы величина смятія на единицу площади не превышала пред. прочн. сопрот. дерева смятію (см. § 11,4). Въ данномъ примѣрѣ площадь соприкасанія къ бабкѣ ноги д. б. не менѣе $\frac{270}{8} = 34$ кв. д. (не считая здѣсь поверхности шипа), площадь соприк. ригеля дол. б. не менѣе $\frac{190}{8} = 24$ к. д.

Для того, чтобы на мѣстѣ врубки не образовалась пара силъ, могущая переломить въ этомъ мѣстѣ бабку, надо чтобы оси ноги, ригеля и бабки пересѣкались всѣ въ одной точкѣ.

8. Бабка, вытягиваясь, стремится опуститься и *отколоть* врубку по плоскостямъ *mn* и *mn* (ф. 83). Почему это напряженіе на 1 площади плоск. *mn* для прочности врубки не должно превышать предѣла прочн. сопр. дерева скалыванію (§ 11, 2) и слѣд. сумма этихъ плоскостей должна быть не менѣе $\frac{190}{4} = 48$ кв. д.

9. Стропильная нога, врубленная въ затяжку, по тѣмъ же причинамъ стремится смять врубку по плоскостямъ Z и Z (ф. 82) сколоть по плоскости tt. Оба эти усилія равны вытягивающему напряженію затяжки. Слѣдов. на основаніи вышесказаннаго плоскости Z, Z, д. б. не менѣе $\frac{190}{15}$ — 13 кв. д. (см. § 11, 3) а tt не менѣе $\frac{190}{4}$ — 50 кв. д.

10. Хомутъ, поддерживающій затяжку или помочной брусъ, подвергается вытягиванію тѣмъ же усиліемъ, что и бабка, т. е. въ данномъ примѣрѣ — 190 — 200 пуд. На каждую полосу слѣдов. дѣйствуетъ сила 100 пуд. Слѣд. поперечное сѣченіе хомута *нигдѣ* не должно быть менѣе $\frac{100}{300} = {}^1/_3$ кв. д. (§ 11, 1).

11. Болтъ, на которомъ подвѣшенъ хомутъ, отъ давленія хомута стремится перерѣзаться по плоскостямъ касанія хомута къ бабкѣ. Поэтому каждая изъ нихъ д. б. не менѣе $\frac{100}{180} = 0{,}55$ кв. д. Слѣдов. діаметръ болта, долженъ быть около ${}^7/_8$—1 дюйм.

12. Болтъ, оттягиваемый хомутомъ къ низу, стремится вырѣзать часть бабки по плоскостямъ абвг и абвг (ф. 79) и смять по плоскости соприкасанія его съ бабкой (приблизительно равной полуокружности болта умноженной на толщину бабки). Поэтому каждая изъ первыхъ двухъ плоскостей должна быть не менѣе $\frac{100}{4}$ = 25 кв. д. послѣдняя не менѣе $\frac{200}{15} = 14$ кв. с.

Такъ какъ въ данномъ примѣрѣ толщина бабки 7 дюйм. то полуокр. болта долженъ быть не менѣе 2 дюймовъ и слѣд. діаметръ его придется взять не менѣе 1,3 дюйма. Болтъ дюймовой толщины непригоденъ, такъ какъ будетъ сильно сминать бабку.

Приложенiе 6,
къ § 73-му.

ДАННЫЯ

для разсчета размѣровъ и напряженiя составныхъ частей ж. д. мостовъ.

Длина пролета (т. е. разстоянiе между устоями) въ фут.	Величина (въ пуд.) равномѣрно распредѣленн. нагрузки для разсчета прогоновъ.		Давленiе (въ пуд.) на устои отъ временной нагрузки.				Вѣсъ деревян. верхняго строенiя на 1 пог. ф. пути въ пуд.
			При балочной системѣ верхняго строенiя и на нижнюю часть при подкосной.		На верхнюю часть, (т. е. выше врубки подкосовъ) при подкосной системѣ безъ ригеля.		
	На 1 пог. ф. пути.	На весь пролетъ въ 1 путь.	На промежуточный.	На крайнiй.	На промежуточный.	На крайнiй.	
7	262	1834	1620	1300	915	915	15
8	243	1950	1800	1350	915	915	—
9	234	2100	1900	1450	1000	1000	—
10	232	2320	2100	1600	1200	1100	—
11	237	2600	2250	1700	1350	1200	—
12	236	2830	2350	1800	1450	1300	—
13	235	3060	2450	1850	1550	1300	—
14	230	3220	2550	2000	1650	1300	17
15	225	3380	2600	2100	1700	1350	—
16	219	3450	2700	2200	1800	1350	—
17	218	3700	2750	2300	1850	1400	—
18	217	3900	2800	2350	1900	1450	—
19	215	4100	2850	2400	1950	1500	—
20	212	4240	2900	2500	2100	1600	—
21	209	4400	3000	2550	2250	1650	20
22	205	4500	3050	2600	—	—	—
23	202	4650	3100	2650	—	—	—
24	198	4750	3200	2700	—	—	—
25	194	4850	3250	2750	—	—	—
26	190	5000	3350	2750	—	—	—
27	186	5050	3450	2800	—	—	—
28	182	5100	3500	2850	—	—	22
29	179	5200	3600	2900	—	—	—
30	175	5250	3700	3000	—	—	—
31	172	5340	3800	3100	—	—	—
32	168	5400	3900	3150	—	—	—
33	165	5450	4000	3200	—	—	—
34	162	5500	4200	3250	—	—	—
35	158	5550	4300	3300	—	—	23
42	141	5900	5000	3600	—	—	24
49	129	6300	5700	3900	—	—	25
56	124	7000	6400	4500	—	—	26
63	123	7750	7200	4900	—	—	27
70	123	8600	8000	5200	—	—	28

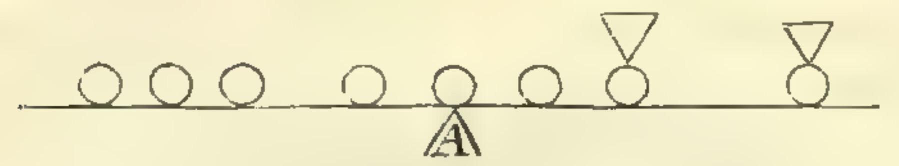
Давленiе осей подвижнаго состава принято:

оси 8-ми колеснаго товарнаго паровоза . . . . 915 пуд.
оси 6 колеснаго тендера . . . . 651 »
оси 4-хъ » вагона . . . . 500 »

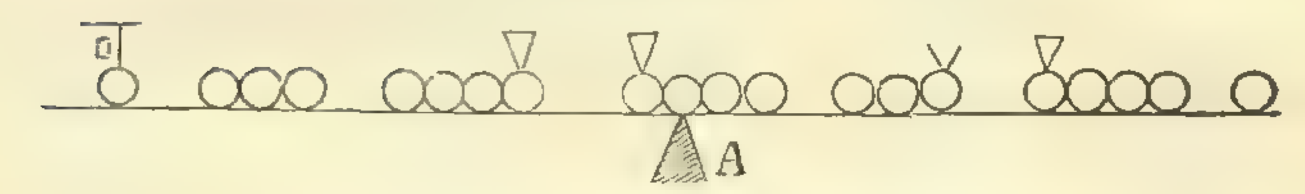
Примѣчанія. 1) Наибольшее давленіе устой *A* испытываетъ при слѣдующемъ размѣщеніи поѣзда:

1) Если устой *промежуточный*

а) при пролетахъ 0—31 ф. включительно.

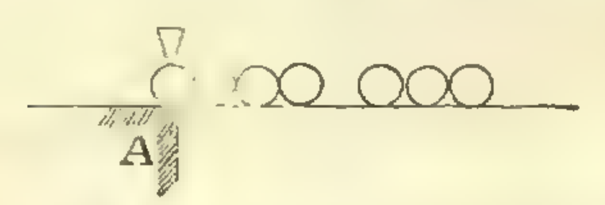


б) при пролетахъ 32—70 ф.

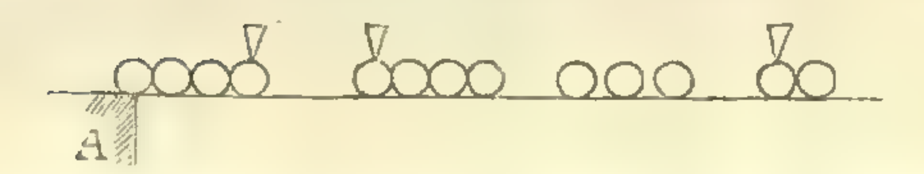


2) Если устой *крайній*

а) при пролетахъ до 35 ф. включительно



б) при пролетѣ 6—10 саж.



2) При подкосной системѣ съ ригелемъ при одномъ и томъ же пролетѣ давленіе на нижнюю часть устоя болѣе, чѣмъ при подкосной безъ ригеля.

3) Разстояніе между осями принято:

между осями паровоза. . . . . . $4^1/_3$ ф.
» » тендера. . . . . . $5^1/_3$ »
» передпею осью тендера и заднею осью его паровоза. . . . . . . $14^1/_2$ »
между заднею осью тендера и переднею осью слѣдующаго паровоза. . . 15 »
между передними осями двухъ обращенныхъ другъ къ другу лбами паровозовъ . . . . 18 »
между заднею осью тендера и первою вагонною осью . . . . $12^1/_3$ »

Примѣры расчета ж. д. мостовъ.

1. *Опредѣлить размѣры составныхъ частей ж. д. мостовъ подкосной системы безъ ригеля. Пролеты 2-хъ саженные. Давленiе оси паровоза 15 т.=915 п., разстоянiе между осями $4^1/_3$ ф. Вѣсъ моста 20 п. на 1 пог. ф. пути.*

Рѣшенiе: а) Давленiе на промежуточный устой:

1) Когда *средина* паровоза надъ устоемъ.

Давленiе на вершину устоя

От 1-й оси — $915 \times \frac{7-6^1/_2}{7} =$ 66 п.

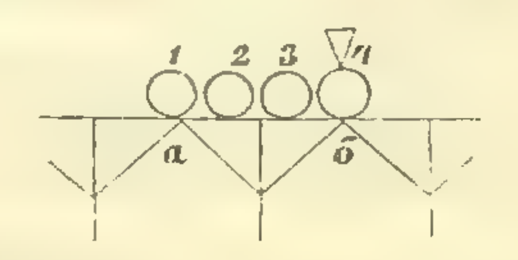
» 2-й » — $915 \times \frac{7-2^1/_6}{7} =$ 632 »

» 3-й » 632 »

» 4-й » 66 »

вѣса моста 7 × 20 = 140 »

Всего 1540 п.



Давленiе на вершину подкоса *а*: отъ 1-й оси — 849 п.

2-й » 283 »

отъ вѣса моста — 140 »

Всего 1272 п.

Давленiе на вершину подкоса *б* тоже 1272 п.

Слѣд. полное давленiе на устой $= 1540 + \frac{1272 + 1272}{2} = 2812$ п.

2) Когда надъ устоемъ *одна изъ среднихъ* осей паровоза.

Давленiе на вершину устоя:

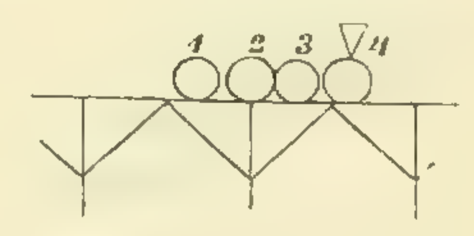
отъ 1-й оси — $915 \times \frac{7-4^1/_3}{7} =$ 350 п.

» 2-й » 915 »

» 3-й » 350 »

вѣсъ моста 140 »

Всего 1755 п.



Давленіе на вершину подкоса *а*: отъ 1-й оси—565 п.
вѣса моста 140 »

Всего 705 п.

Давленіе на вершину подкоса *б*—отъ 3-й оси— 565 п.
» 4-й $915 \times \frac{7-1^2/_3}{7}$=700 »
вѣсъ моста— 140 »

Всего 1405 п.

Полное давленіе на устой: $1755 + \frac{705+1405}{2} = 2812$, т. е. то же, что и при предъидущемъ способѣ постановки паровоза.

б) Давленіе на крайній устой становиться наибольшимъ при постановкѣ паровоза на пролетѣ к крайнею осью надъ этимъ устоемъ, въ этомъ случаѣ давленіе на вершину устоя:

отъ 1-й оси 915 п.
» 2-й » $915 \times \frac{7-4^1/_3}{7} = 350$ »
» вѣса моста—$3^1/_2 \times 20 =$ 70 »

1335 п.

Давленіе на вершину подкоса: отъ 2-й оси 567
3-й » 697
4-й » 131
вѣса моста 140

1535

Полное наибольшее давленіе на крайній устой $= 1335 + \frac{1535}{2} = 2115$ п.

в) Зная давленіе на устой, легко по § 61: опредѣлить число свай въ устоѣ или площадь основанія сплошнаго устоя.

Если предположимъ, что число свай въ устоѣ будетъ 4, діаметръ 6 верш.: тогда на сваю промежуточнаго устоя будетъ давить около 700 пуд., а—крайняго около 530 пуд.

2) Размѣры прогоновъ, имѣющихъ точки опоры черезъ каждые 7 ф., опредѣляются по формулѣ $\frac{Pl}{8} \angle RW$ (см. § 12), гдѣ P—согласно таблицы приложенія 6, будетъ $7 \times (230 + 20) = \frac{1750}{n}$ п. $l = 7$ ф. $= 84$ д., R — 40 п. на 1 кв. д., W — моментъ сопро-

тивленія данн. поперечнаго сѣченія относительно нейтральной оси, n—число прогоновъ подъ 1 путь.

$$\text{При 2 прогонахъ: } W = \frac{1750}{2 \times 8} \times 84 \times \frac{1}{40} = 230$$

и діаметръ круглаго прогона будетъ $d = \sqrt[3]{2300} = 13,25$ д. $= 7^1/_2$—8 верш.

$$\text{При 4 прогонахъ: } W = \frac{1750}{4 \times 8} \times 84 \times \frac{1}{40} = 115$$

$$\text{и } d = \sqrt[3]{1150} = 10,5 \text{ д.} = 6 \text{ вер.}$$

д) Поверхность соприкасанія прогона съ насадкою и насадки со сваею должна быть настолько велика, чтобы давленіе не превосходило предѣла сопротивленія дерева смятію. Поэтому, такъ какъ наибольшее давленіе на (промежуточный) устой равно 1540 пуд., слѣдов. на 1 прогонъ при 2-хъ — 770, а при 4-хъ — 385 п., а сопротивленіе смятію по § 12 около 8 пуд. на 1 кв. д., слѣд. поверхность соприкасанія этихъ частей должно быть не менѣе при 2-хъ погонахъ $\frac{770}{8} = 96$ кв. д. при 4-хъ $\frac{385}{8} = 48$ кв. д.

е) Если въ опорѣ 4 сваи, разстояніе между осями въ каждой парѣ 12 верш., а толщина свай 6 верш., то при двухъ прогонахъ подъ путь насадка въ этомъ промежуткѣ будетъ подвергаться изгибу отъ дѣйствія сосредоточеннаго груза въ 770 п. Принимая длину пролета въ 9 вер. — 16 дюйм., т. е. среднюю между 12 и 6 вершками, получимъ $\frac{770}{4} \times 16 \angle 40 \times \frac{d^3}{10}$, отсюда толщина круглой насадки,

$$d = \sqrt[3]{770} = 9,2 \text{ д.} = 5^1/_2 \text{ верш.}$$

ж) Тѣхъ же размѣровъ будетъ и помочной брусъ, въ который будутъ упираться вершины подкосовъ при двухъ прогонахъ подъ путь.

з) При 4 прогонахъ, лежащихъ надъ сваями, насадка изгибу не подвергается, также какъ и при двухъ прогонахъ и двухъ сваяхъ въ устоѣ.

и) *Наибольшее* давленіе на вершину подкосовъ очевидно то же самое, что и на *вершину* средней опоры, т. е. 1540 пуд., при 4 парахъ подкосовъ на вершину каждой пары будетъ давить 385 пуд., т. е. около 400 пуд. Если подкосы наклонены подъ угломъ

45°, то усиліе, сжимающее каждый подкосъ, будетъ равно $\frac{400}{2} \times$ $\sqrt{1+1} = 280$ пуд. Длина подкоса $= \sqrt{1+1} = 1,4$ саж. Зная это, по таблицѣ 1-го приложенія, легко опредѣлить и толщину подкоса, которая въ данномъ случаѣ должна быть не менѣе $5\frac{1}{2}$ дюйм. $= 3\frac{1}{4}$ вершк.

Примѣчаніе. Наибольшее давленіе на устой и на вершину подкосовъ происходитъ не одновременно, почему при опредѣленіи наибольшаго давленія на устой и взято давленіе подкосовъ не наибольшее, а то, которое дѣйствительно въ это время существуетъ.

i) Размѣры шпалъ. Разстояніе между шпалами не болѣе 28 д. (§ 74), т. е. менѣе разстоянія между осями паровоза и слѣд. наибольшее на нее давленіе получается тогда, когда одна изъ осей паровоза стоитъ надъ шпалою. Если давленіе оси 915 п., то давленіе каждаго колеса около 460 п.

При 2 прогонахъ подъ путь разстояніе между ихъ осями 7 ф., слѣдов. шпала подвержена изгибу отъ дѣйствія двухъ сосредоточенныхъ, симметрично расположенныхъ грузовъ, разстояніе между которыми равно ширинѣ колеи, т. е. у насъ — 5 ф. Слѣдов., напряженіе или размѣры шпалъ могутъ быть опредѣлены по формулѣ § 14: $Pc. \leqq RW$.

гдѣ $P = 460$ п., $c = \frac{7-5}{2} = 1$ ф. $= 12$ д., $R - 40$ п., W для круглой шпалы $= \frac{d^3}{10}$

слѣд., $460 \times 12 \leqq 40 \times \frac{d^3}{10}$; отсюда $d = \sqrt[3]{1380} = 11\frac{1}{4}$ д. $=$
$= 6\frac{1}{2}$ вершк.

Площадь соприкосновенія шпалы съ рельсомъ должна быть не менѣе 30 кв. д., слѣдов. при ширинѣ подошвы рельса въ 4 д. ширина стески шпалы должна быть не менѣе $7\frac{1}{2}$ д.

При 4 прогонахъ подъ путь размѣры шпалъ могутъ быть опредѣлены подобно указанному выше для насадокъ, т. е. по форм.: $\frac{Pl}{4} \leqq RW$,

гдѣ $P = 460$ п., $\frac{460 \times 16}{4} \leqq 40 \frac{d^3}{10}$, $d = \sqrt[3]{460} = 7-8$ д. $= 4-4\frac{1}{2}$ в.

11. *Опредѣлить напряженія и размѣры составныхъ частей ж. д. моста подкосной системы безъ ригеля. Пролеты 3 саж. Давленіе оси паравоза 15 т. = 915 п., разстояніе между осями $4^1/_3$ ф. Давленіе оси тендера $10^2/_3$ т.—651 п. разстояніе между его осями $5^1/_2$ ф., разстояніе между осью паровоза и его тендера $14^1/_2$ ф.*

Рѣшеніе: а) Давленіе на промежуточную опору получается наибольшимъ, когда задняя средняя ось стоитъ надъ опорою.

Давленіе на вершину опоры:

от вѣса моста—$10^1/_2 \times 20 =$ 210 п.

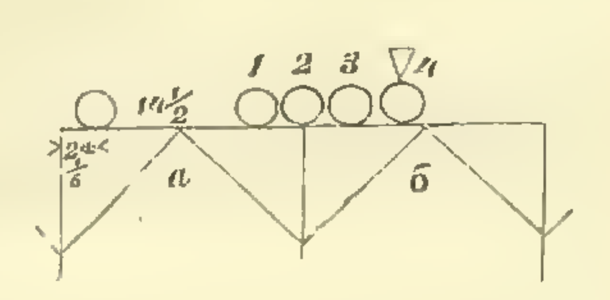
1-й оси пар. $915 \times \frac{10^1/_2 - 4^1/_3}{10^1/_2} =$ 537 »

2-й » » 915 »

3-й » » 537 »

4-й » » $915 \times \frac{10^1/_2 - 8^2/_3}{10^1/_2} =$ 160 »

Итого 2359 п.



Давленіе на верш. *а* подкосовъ: отъ вѣса моста . . . . 210 п.

» » » » отъ 1-й оси паров. $915 \times \frac{10^1/_2 - 6^1/_6}{10^1/_2} = 378$ »

» » » » » — » тендера $651 \times \frac{10^1/_2 - 8^1/_3}{10^1/_2} = 134$ »

Всего 722 п.

изъ которыхъ на промежуточный устой давитъ $722 \times {}^1/_2 = 361$ п.

Давленіе на вершину *б* подкосовъ: отъ вѣса моста 210 п.

» » » » » 3-й оси паров. 378 »

» » » » » 4-й » » 755 »

Всего 1343 п.

изъ которыхъ на промежуточный устой давитъ $1343 \times {}^1/_2 = 671^1/_2$ п. Слѣдов.: всего на промежуточный устой давитъ: $2359 + 361 + 671^1/_2 = 3391^1/_2$ п.

б) Давленіе на крайнюю опору получается наибольшимъ, когда паровозъ стоитъ на пролетѣ и передняя его ось надъ опорою.

Въ этомъ случаѣ давленіе на вершину опоры:

отъ 4-й оси			915 п.
» 3-й	»	$915 \times \frac{10.5-4^1/_3}{10^1/_2}=537$	»
» 2-й	»	$915 \times \frac{10.5-8^2/_3}{10^1/_2}=160$	»
» вѣсъ моста		$\frac{10^1/_2}{2} \times 20=105$	»
		Итого	1717 п.

Давл. на верш. *a* подкосовъ отъ 3-й оси	$915-537=378$	п.
» » » » » 2-й »	$915-160=755$	»
» » » » » 1-й »	$915 \times \frac{10^1/_2-2^1/_2}{10^1/_2}=697$	»
отъ вѣса моста:	$10^1/_2 \times 20=210$	»
	Итого 2040	п.

изъ коихъ на крайнюю опору давитъ 1020, или всего на нее 2737 п.

в) Зная давленіе на опору и опредѣливъ давленіе, выдерживаемое одною сваею (§ 61), легко опредѣлить и самое число свай въ опорѣ. При сплошныхъ опорахъ давленіе ихъ на грунтъ не должно превосходить предѣла сопротивленія послѣдняго сжатію.

г) Размѣры прогоновъ опредѣляются по правиламъ, указаннымъ въ § 12 для равномѣрно распредѣл. нагрузки, равной въ 209 пуд. на 1 пог. ф. пути + вѣсъ верхняго строенія. Такъ какъ здѣсь прогоны подпираются черезъ $10^1/_2$ ф. и вѣсъ моста принятъ 20 п. на 1 пог. ф. пути, то давленіе на всѣ прогоны одного пути $=(209+20)\ 10^1/_2=2405$ пуд.

1) При двухъ прогонахъ подъ путь, давленіе на каждый 1203 п. Размѣры ихъ опредѣлятся по формулѣ $\frac{Pl}{8} \leqq RW$

$$\text{или } \frac{1203}{8} \times 10^1/_2 \times 12 \leqq 40\ W \text{ и } W = 474$$

если прогоны круглые, то $d^3 = 4740$ и $d=17$ д. $=10$ верш.

» » двойные, то $d=\sqrt[3]{\frac{4740}{2}}=13^1/_2$ д. $=8$ верш.

2) При 4-хъ прогонахъ давленіе на каждый $= \frac{2405}{4} =$ около 600 пуд.

и $\frac{600}{8} \times 126 \leqq 40 \times W$; и $W = 236$, и $d = \sqrt[3]{2360} =$
$= 13^1/_2$ д. $= 8$ вер.

при двойныхъ прогонахъ $W = 118$ и $d = \sqrt[3]{1180} = 10$—11 д. $= 6^1/_2$ верш.

д) Поверхность соприкосновенія прогона съ насадкою и послѣдней со сваею должна быть настолько велика, чтобы давленіе прогона на насадку и насадки на сваю не превосходило предѣла сопротивленія дерева смятію поперекъ волоконъ. Поэтому, такъ какъ наибольшее давленіе на вершину опоры (промежуточной) по предъидущему=2360 пуд., то при двухъ прогонахъ давленіе на конецъ каждаго=1180 пуд., при 4-хъ— = 590 пуд. Если прочное сопротивленіе смятію равно 8 пуд. на 1 кв. д., то слѣд. площадь соприкасанія прогона съ насадкою и насадки со сваею должна быть при 2-хъ прогонахъ, не менѣе $\frac{1180}{8} = 148$ кв. д., при 4-хъ—74 кв. д.

е) Если въ опорѣ 4 сваи и разстояніе между осями свай одной пары равно 12 верш.—21 д., а свая 6 вершковъ: то при двухъ прогонахъ подъ путь, насадка въ этомъ промежуткѣ будетъ подвергаться изгибу отъ дѣйствія сосредоточ. груза въ 1180 пуд., при чемъ пролетъ изгибаемой части можно принять равнымъ средней арифметической между 12 в. и 6 в., т. е. въ 9 вершк.=16 дюйм.

Отсюда размѣры круглой насадки легко опредѣлить по формулѣ $\frac{Pl}{4} \leqq RW$, именно $\frac{1180}{4} \times 16 \leqq 40 \times \frac{d^3}{10}$, отсюда $d = \sqrt[3]{1180} =$ $10^1/_2$ д. $= 6$ вершк.

ж) Тѣхъ же размѣровъ будетъ и помочной брусъ, въ который будутъ упираться вершины подкосовъ при двухъ прогонахъ подъ путь.

з) При 4 прогонахъ подъ путь, лежащихъ надъ сваями, насадка изгибу не подвергается.

и) Наибольшее давленіе на вершину подкосовъ очевидно тоже самое, что и на вершину средней опоры, т. е. въ данномъ случаѣ = = 2359 пуд. и при 4 парахъ подкосовъ давленіе на вершину каждой опоры равно $2359 \times \frac{1}{4} =$ около 600 пуд. Зная это, легко опредѣлить уже усиліе, сжимающее подкосъ по правиламъ § 34, а слѣдов. и его діаметръ. Напр., если въ данномъ случаѣ подкосы врублены въ сваи на 1 саж. ниже ихъ вершины, то усиліе, сжи-

мающее подкосъ равно: $\frac{600}{2}\sqrt{1+(1^1/_2)^2} = 300\sqrt{3,25} = 540$ пуд.

длина подкоса равна $\sqrt{1 + 1^1/_2} = 1,8$ саж. = 12,6 ф., слѣдов. діаметръ его, согласно таблицѣ 1-го приложенія, долженъ быть не менѣе $7^1/_2$ дюйм. — $4^1/_3$ вершк.

к) Подъ прогоны должны быть подложены подкладки, толщиною равною или немного менѣе толщины бревенъ, составляющихъ прогонъ. Онѣ необходимы для прочности продольнаго сроста прогоновъ. Въ расчетъ онѣ не введены только въ видахъ упрощенія его.

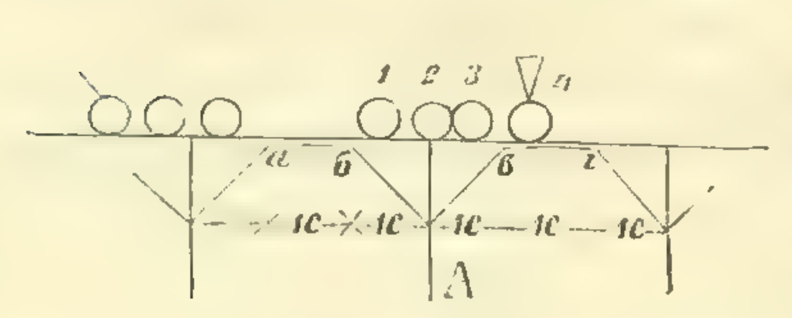
л) При устояхъ изъ двойнаго ряда свай шпала должна быть расположена надъ срединою между рядами свай. При расположеніи шпалы надъ однимъ рядомъ свай давленіе на него должно опредѣляться какъ на крайнюю опору.

м) Размѣры шпалъ не зависятъ отъ пролета, а лишь отъ ихъ взаимнаго разстоянія, поэтому разстоянія между ихъ опорами опредѣлятся такъ же, какъ и въ предъидущемъ примѣрѣ.

III. *Опредѣлить напряженія и размѣры составныхъ частей ж. д. моста подкосной системы съ ригелемъ. Пролеты въ 3 саж. Прочія условія тѣ-же, что и въ предъидущихъ примѣрахъ.*

При этой системѣ на опору *а* передаются давленія только отъ тѣхъ грузовъ, которые находятся между вершинами *а* и *г* подкосовъ, опирающихся въ смежные устои.

Рѣшеніе. а) Давленіе на промежуточные устои.



1) когда *одна изъ среднихъ осей паровоза* стоитъ надъ опорою:

Въ этомъ случаѣ *давленіе на вершину опоры*:

отъ 1-й оси	$= 915 \times \frac{7-4^1/_3}{7}$	= 348,6 пуд.
» 2-й оси		= 915 »
» 3-й оси		= 348,6 »
вѣса моста 7×20		140 »
	Всего	1752,2 пуд.

давленіе на вершину подкоса б:

от̂ъ 1-й оси . . . . . $915 - 348{,}6 = 566{,}4$

вѣса моста . . . . $7 \times 20 = 140$

Всего . . . 706,4

давленіе на вершину подкоса в:

отъ 3-й оси 566,4

» 4 » . . . $915 \times \frac{7-1^2/_3}{7} = 697{,}1$

вѣса моста . . . . . . $7 \times 20 = 140$

Всего . . 1403,5

Такъ какъ при этой системѣ давленіе отъ вершинъ подкосовъ передается полностью устою А (§ 34), то полное давленіе на послѣдній будетъ:

$$1752{,}2 + 706.4 + 1403{,}5 = 3862 \text{ пуд.}$$

2) Когда паровозъ *срединою* стоитъ надъ опорою.

Въ этомъ случаѣ давленіе на *вершину* опоры

отъ 1-й оси. $= 915 \times \frac{7-6^1/_2}{7} = 65{,}36$

» 2 » $= 915 \times \frac{7-2^1/_6}{7} = 631{,}8$

» 3 » = » 631,8

» 4 » = » 65,36

вѣса моста $= 7 \times 20 = 140$

Всего 1534,32

давленіе на вершину б:

отъ 3-й оси . . . . . . = 283,12

» 4 » . . . . . . = 849,64

Вѣса моста . . . . . . = 140

Всего . . . 1272,84

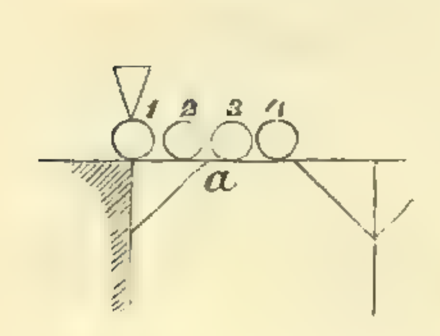
Давленіе на вершину подкоса *в* тоже—1272,84, слѣдов. полное давленіе на устой А = 1534,32, $+ 1272{,}84 \times 2 = 4080$, т. е. болѣе, чѣмъ при предъидущемъ способѣ постановки паровоза. Это произошло оттого, что въ предъидущемъ способѣ часть давленія 4-й оси передавалась черезъ подкосъ *г* слѣдующему устою, тогда какъ здѣсь всѣ 4 оси находятся между устоемъ и вершинами его подкосовъ, передающими ему свое давленіе полностью.

Сравнивая это давленіе въ 4080 пуд. съ давленіемъ въ 3391 п.

(см. зад. II) на промежуточный устой при томъ же пролетѣ, по подкосной системѣ безъ ригеля, видимъ, что давленіе это на 20 % болѣе перваго, т. е. что эта система мостовъ менѣе выгодна, чѣмъ простая подкосная (безъ ригелей).

За то при этой системѣ наибольшее давленіе на верхнюю часть опоры всего 1752 п., тогда какъ въ первой 2359 пуд., т. е. на $^1/_3$ болѣе, слѣдов. при ригеляхъ размѣры верхнихъ частей опоръ могутъ быть нѣсколько менѣе, чѣмъ въ предъидущей системѣ:

б) Давленіе на крайнюю опору:



на *вершину* опоры:

отъ 1-й оси		915
» 2 »		$915 \times \frac{7-4^1/_3}{7} = 348{,}6$
» вѣса моста		$3^1/_2 \times 20 = 70$
	Всего . .	1333,6

на вершину подкоса *a*

отъ 2-й оси		566,4 п.
» 3 »		$915\ \frac{7-1^2/_3}{7} = 697{,}1$ п.
» 4 »		$915 \times \frac{7-6}{7} = 130{,}7$ п.
вѣса моста		$-7 \times 20 = 140$
	Всего . .	1534,2 п.

Слѣдовательно все давленіе на крайнюю опору $= 1333{,}6 + 1534{,}2 = 2868$ п.—тоже болѣе чѣмъ при подкосной системѣ безъ ригелей (на $5^0/_0$).

в) Размѣры прогоновъ, разстояніе между точками опоры которыхъ 7 ф., опредѣляется, какъ указано было въ предъидущихъ примѣрахъ.

При 2 прогонахъ $P = \frac{(209+20)\times 7}{2} = 800$ (около) пуд.

$\frac{Pl}{8} \leqq RW$ или $\frac{800}{8} \times 7 \times 12 \leqq 40 \times \frac{d^3}{10}$, $d = \sqrt[3]{2100} = 13$ д. $= 8$ вер.

При 4 прогонахъ $P = 400$ п. и

$$d = \sqrt[3]{1050} = 10^1/_4 \text{ д.} = 6 \text{ в.}$$

г) Наибольшее давленіе на вершину 1752 п. При 2-хъ прогонахъ на конецъ каждаго давитъ 876 п. при 4-хъ прогонахъ 438 п.

е) Размѣры насадки опредѣлятся по предъидущему по формулѣ: $\frac{Pl}{4} \leqq RW$ т. е. $\frac{876 \times 16}{4} \leqq 40 \times \frac{d^3}{10}$, $d = \sqrt[3]{876} = 9^1/_2$ д. $= 5^1/_2 - 6$ вершк.

в) Наибольшее давленіе на одну изъ вершинъ подкосовъ то же, что и на вершину устоя, и слѣдов. въ данномъ случаѣ равно 1752 п.

При 4-хъ парахъ подкосовъ давленіе на вершину каждой пары будетъ 438 п. Если подкосы врублены въ сваи на 1 саж. ниже вершины, т. е. будутъ наклонены къ горизонту подъ угломъ въ 45^0 то усиліе, сжимающее подкосъ, будетъ равно $438 \times \sqrt{2} = 614$ пуд., усиліе, сжимающее ригель, тоже будетъ 614 пуд. Длина подкоса 1,4 с. = 10 ф., длина ригеля 7 ф. Слѣдовательно по Табл. № 1 діаметръ ригеля и подкосовъ долженъ быть не менѣе 7 дюйм.

Во всемъ остальномъ разсчетъ долженъ вестись, какъ и въ предъидущихъ примѣрахъ.

IV. *Опредѣлить напряженія и размѣры желѣзнодорожнаго моста балочной системы, устои котораго состоятъ изъ американскихъ козелъ. Пролеты моста 2 саж. Высота моста 4 саж.* Считая вѣсъ верхняго строенія моста, т. е. прогоновъ, шпалъ и рельсовъ, около 20 пуд.

Рѣшеніе: Нагрузка на пролетъ $= (230 + 20)\ 14 = 3500$

а) Толщина прогоновъ: при двухъ подъ путь

$$\frac{3500}{2\times8} \times 14 \times 12 \leqq 40 \times \frac{d^3}{10},\ d = \sqrt[3]{9188} = 21 \text{ д.} = 12 \text{ вер.}$$

при 4 подъ путь $d = \sqrt[3]{\frac{9188}{2}} = 16{,}7$ д. $= 9^1/_2$—10 вершк.

при 4 двойныхъ подъ путь

$$d = \sqrt[3]{\frac{9188}{4}} = 13{,}25 \text{ д.} = 7^1/_2 - 8 \text{ вершк.}$$

б) Наибольшее давленіе на промежуточный устой:

1) Когда надъ устоемъ средина паровоза:

отъ 1-й оси	$915 \times \frac{14-6^1/_2}{14}$	$= 490{,}2$ п.
» 2-й »	$915 \times \frac{14-2^1/_2}{14}$	$= 773{,}4$ »
» 3-й »	»	773,4 »
» 4-й »	»	490,2 »
вѣсъ верхн. стр.	14×20	$= 280$ »
	всего	2807,2 »

2) Когда надъ устоемъ одна изъ среднихъ осей:

$$\frac{415}{19}(14 + (14-4^1/_3) + (14-8^2/_3) + (14-4^1/_3)) + 14 \times 20 = 2807{,}20$$

в) Наибольшее давленіе на крайній устой:

отъ 1—оси	915
» 2—$915 \times \frac{14-4^1/_3}{14}$	= 631,79
» 3—$915 \times \frac{14-8^2/_3}{14}$	= 348,6
» 4—$915 \times \frac{14-13}{14}$	= 65,36
вѣсъ моста 7×20	= 140
	всего 3000 п.

г) Если путь поддерживается двухъ яруснымъ козломъ изъ двухъ отвѣсныхъ стоекъ каждый, то давленіе на стойку промежуточнаго козла $= 2807 \times {}^1/_2 = 1404$ п. Высота стойки 2 саж., слѣдовательно толщина ея по таблицѣ приложенія 1-го будетъ $10^1/_2$ дюйм. При 4 стойкахъ давленіе на каждую будетъ 702 пуд. и слѣдовательно толщина ея должна быть не менѣе 8 дюйм.

Полное давленіе на нижній лежень промежуточнаго устоя: 2807 п. + вѣсъ козла или всего около 3000 пуд., слѣдовательно для того, чтобы давленіе его на грунтъ не превышало предѣла сопротивленія послѣдняго сжатію, площадь соприкасанія лежня съ грунтомъ должна быть по § 58 не менѣе:

при обыкновенномъ растительномъ грунтѣ .	3000 : 0,1 = 30000 кв. д. = 210 кв. ф.
при песчано-глинистомъ	3000 : 0,8 = 3750 кв. д. = 26 кв. ф.
при твердомъ глинистомъ	3000 : 1,5 = 2000 кв. д. = 14 кв. ф.

Если длина лежня 25 ф. то ширина площади соприкасанія лежня съ грунтомъ (т. е. по направленію оси моста) должна быть для перваго грунта $\frac{210}{25} = 8^1/_2$ ф., для второго — около 1 ф. для третьяго около 8 д.

Слѣдовательно для 1-го надо положить сплошной рядъ поперечинъ, для 2-го можно ограничиться двойнымъ лежнемъ, а для 3-го—одиночнымъ, стесаннымъ до ширины 8 д.

Опредѣленіе моментовъ внѣшнихъ силъ при дѣйствіи на балку нѣсколькихъ сосредоточенныхъ подвижныхъ грузовъ.

При опредѣленіи наибольшей величины моментовъ внѣш. силъ, при дѣйствіи сосредоточенныхъ грузовъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что наибольшая величина момента соотвѣтствуетъ всегда точкѣ приложенія одного изъ сосредоточенныхъ грузовъ. Поэтому, если грузы расположены на балкѣ неподвижно, то опредѣливъ моментъ относительно точекъ приложенія каждаго изъ нихъ, взявъ наибольшій изъ опредѣленныхъ моментовъ, получимъ наибольшую величину момента внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ на балку.

Если грузы подвижные, то т. к. величина момента зависитъ отъ мѣста расположенія на балкѣ груза, то для опредѣленія наибольшей величины момента относительно точки приложенія каждаго груза, надо еще опредѣлить самый порядокъ размѣщенія груза на балкѣ, какъ это будетъ указано ниже.

I. Опредѣлимъ наибольшую величину моментовъ внѣшнихъ силъ при неподвижныхъ грузахъ.

Пусть на балку А Б дѣйствуютъ три груза $P_1 P_2 P_3$ приложенные въ точкахъ а б в.

Опредѣлимъ сопротивленіе опоры А (дѣйствующее снизу вверхъ), вызываемое давленіемъ на балку грузовъ.

На основаніи закона сложенія и разложенія параллельныхъ силъ, имѣемъ:

Сопротивленіе опоры А отъ груза: $P_1 = \frac{l - a}{l} P_1$

$$P_2 = \frac{l - a - б}{l} P_2$$

$$P_3 = \frac{l - a - б - в}{l} P_3$$

Моментомъ силы относительно данной точки называется произведеніе изъ величины силы на кратчайшее разстояніе до этой точки, при этомъ, если направленіе силы таково, что она стремится вращать данную точку въ одномъ направленіи, моментъ силы берется съ однимъ знакомъ, если она стремится вращать въ другомъ напра-

вленіи, моментъ берется съ обратнымъ знакомъ. Напр., въ данномъ случаѣ моментъ внѣшнихъ силъ относительно точки *в* будетъ:

Моментъ сопротивленія опоры А: $\frac{1}{l}\Big((l-а)P_1+(l-а-б)P_2+$ $+(l-а-б-в)P_3\Big)(а+б+в).$

Моментъ силы: $P_1 = P_1\ (б+в)$
$P_2 - P_2\ в.$

Если моментъ сопротивленія опоры возьмемъ со знакомъ $+$, то моменты P_1 и P_2 надо взять съ $-$, ибо первый вращаетъ *в* по направленію часовой стрѣлки (сопротивленія опоры направлены снизу вверхъ) а остальные вращаютъ въ обратную сторону. Такимъ образомъ полный моментъ внѣшнихъ силъ относительно *в* будетъ:

$$\frac{1}{l}\Big((l-а)\ P_1+(l-а-б)\ P_2+(l-а-б-в)\ P_3\Big)$$
$$(а+б+в)-P_1\ (б+в)-P_2\ в \ldots\ldots\ldots (1)$$

Моментъ внѣшнихъ силъ относительно *б* по той же причинѣ выразится:

$$\frac{1}{l}\Big((l-а)\ P_1+(l-а-б)\ P_2+(l-а-б-в)\ P_3\Big)(а+б)-P_1б\ .\ (2)$$

(Моментъ внѣшнихъ силъ слѣдуетъ брать только отъ тѣхъ силъ; которыя дѣйствуютъ между разсматриваемымъ сѣченіемъ и однимъ концомъ балки (напр , лѣвымъ).

Моментъ сопротивленія относительно *а* будетъ:

$$\frac{1}{l}\Big(P_1\ (l-а)+P_2\ (l-а-б)+P_3\ (l-а-б-в)\Big)\ а\ .\ (3)$$

Взявъ наибольшую численную величину выраженій (1), (2), (3), получимъ наибольшее значеніе для момента внѣшнихъ силъ.

II. Если на балкѣ находятся подвижные грузы, то опредѣленіе наибольшей величины момента ихъ дѣлается слѣдующимъ образомъ:

1) Пусть на балку дѣйствуетъ одинъ грузъ *P*.

Пусть онъ удаленъ отъ лѣвой опоры на *X*, тогда сопротивленіе этой опоры будетъ $P\ \frac{l-x}{l}$, и моментъ относительно точки приложенія груза будетъ $P\frac{l-X}{l}\ X=M$.

L
a
A
Б
X
P

Это выраженіе не постоянное, ибо *x* измѣняется, и достигаетъ наибольшаго своего значенія при наибольшемъ значеніи $(l-x)\ x$ (ибо P и l величины постоянныя).

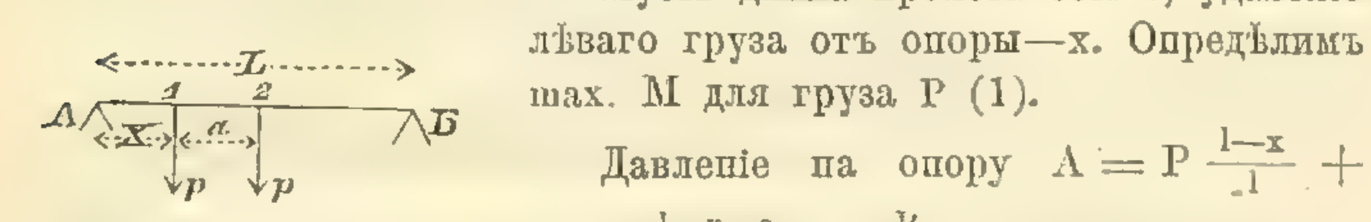
Чтобы опредѣлить наибольшее значеніе $(l-x)\,x$, приравняемъ это выраженіе къ q и опредѣлимъ корни выраженія:

$$lx - x^2 = q,$$
$$x^2 - lx = q,$$

отсюда $x = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - q}$; т. к. корни x должны быть вещественными, то $\frac{l^2}{4} - q > 0$ и наибольшее значеніе, какого можетъ достигнуть q есть, очевидно, $\frac{l^2}{4}$, въ этомъ случаѣ $x = \frac{l}{2}$ и наибольшая величина момента выразится $P\,\frac{l-x}{l}\,x = \frac{Pl}{4}$ т. е. при одномъ сосредоточенномъ грузѣ наибольшая величина момента получается тогда, когда грузъ находится на серединѣ балки, т. е. когда $x = \frac{l}{2}$.

2) Пусть на балку дѣйствуетъ два подвижныхъ равныхъ между собою груза, удаленныхъ одинъ отъ другого на величину a.

Примѣчаніе. Какъ въ этомъ, такъ и въ слѣдующихъ предположеніяхъ, мы будемъ всегда брать равные грузы, такъ какъ: 1) это наиболѣе частый случай при опредѣленіи напряженія ж. д. балокъ при малыхъ пролетахъ, 2) это случай наиболѣе простой, и 3) умѣя опредѣлять моменты отъ равныхъ грузовъ, легко уже опредѣлить величину моментовъ и при неравенствѣ ихъ.



Пусть длина пролета есть l, удаленіе лѣваго груза отъ опоры—x. Опредѣлимъ max. M для груза P (1).

Давленіе на опору $A = P\,\frac{l-x}{l} + P\,\frac{l-x-a}{l} = \frac{P}{l}\,(2l-2x-a)$.

Моментъ силъ относительно точки (1) будетъ: $\frac{Px}{l}(2l-2x-a)$. Опредѣлимъ max. этого выраженія или, что тоже (такъ какъ P и l постоянны) выраженія

$$2xl - 2x^2 - ax = -2x^2 + x\,(2l-a).$$

Приравняемъ это выраженіе къ n получимъ

$$2x^2 - x\,(2l-a) = -n, \text{ отсюда}$$

$$x = \frac{2l-a}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{2l-a}{4}\right)^2 - \frac{n}{2}} = \frac{2l-a \pm \sqrt{(2l-a)^2 - 8n}}{4}:\ \text{слѣд.}$$

max. $n = \frac{(2l-a)^2}{8}$, а умноживъ на $\frac{P}{l}$ (отброшенные раньше, какъ

величины постоянныя) получимъ maximum $M = \frac{P(2l-a)^2}{8l}$, причемъ

$$x = \frac{2l-a}{4} = \frac{l}{2} - \frac{a}{4}.$$

Опредѣлимъ max. M для P (2). Давленіе на опору a то же, т. е. $\frac{P}{l}(2l-2x-a)$.

Моментъ силъ относительно P (2) будетъ такимъ образомъ: отъ сопротивленія опоры: $\frac{P}{l}(2l-2x-a)(x+a)$, отъ силы P (1): $-Pa$; всего $\frac{P}{l}\Big((2l-2x-a)(x+a)-la\Big)$

$$2lx - 2x^2 - ax + 2al - a^2$$

$$-ax - al$$

$\frac{P}{l}\Big(-2x^2+x(2l-3a)+a(l-a)\Big)$ опредѣлимъ *max.* этого выраженія, для чего приравняемъ его къ n; $2x^2 - x(2l-3a) = -n + a(l-a)$

$$x = \frac{2l-3a}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{2l-3a}{16}\right)^2 - n + a(l-a)}$$

$$= \frac{2l-3a}{4} \pm \sqrt{\frac{(2l-3a)^2 - 8n + 8a(l-a)}{16}}$$

$$\text{слѣд. } n \leqq \frac{(2l-3a)^2}{8} + a(l-a)$$

$$\leqq \frac{4l^2 - 12al + 9a^2 + 8al - 8a^2}{8} = \frac{4l^2 - 4al + a^2}{8}$$

$$\leqq \frac{(2l-a)^2}{8}, \text{ а умноживъ на } \frac{P}{l}$$

получимъ $M \leqq \frac{P(2l-a)^2}{8l}$, т. е. въ данномъ случаѣ видимъ, что моменты относительно обоихъ точекъ одинаковы и вся разница будетъ заключаться въ установкѣ на пролетѣ грузовъ, ибо въ 1-мъ случаѣ $x = \frac{l}{2} - \frac{a}{4}$, а во 2-мъ—$x = \frac{l}{4} - \frac{3a}{4}$.

3) Пусть на балку дѣйствуютъ 3 равныхъ груза P. Сопротивленіе опоры A будетъ $P\frac{l-x}{l} + P\frac{l-x-a}{l} + P\frac{l-x-2a}{l} = \frac{3P}{l}(lx-a)$. Опредѣлимъ величину момента силъ относительно точки приложенія средняго груза. Эта величина будетъ равна:

$$\frac{3P}{l}(l-x-a)(x+a) - Pa = \frac{3P}{l}\Big((l-x-a)(x-a) - \frac{al}{3}\Big).$$

Опредѣляя по предъидущему наибольшее значеніе этого выраженія получимъ $= \frac{3P}{l}\left(\frac{l(3l-4a)}{12}\right) = P\frac{3l-4a}{4}$.

Опредѣливъ моментъ относительно точки 1 или 3 приложенія одного изъ крайнихъ грузовъ и отыскавъ ихъ наибольшую величину получимъ, что этотъ max. равенъ: $\frac{3}{4}P\frac{(l-a)^2}{l}$.

Зная величины l и a легко опредѣлить, который изъ моментовъ наибольшій.

4) Пусть на балку дѣйствуютъ 4 равныхъ груза. Рѣшимъ этотъ вопросъ на частномъ примѣрѣ. Пусть длина пролета 30 ф. и по мосту проходятъ 8 колесные паровозы съ давленіемъ на ось въ 5 тоннъ (150 п. на колесо).

Давленіе на опору А будетъ:

$$150\left(\frac{30-x}{30}+\frac{30-x-3}{30}+\frac{30-x-10}{30}+\frac{30-x-13}{30}\right)=$$

$$5(120-4x-26)=5\ (94-4x)=470-20x.$$

а) Моментъ силъ относит. точки (1) приложенія 1 груза $= 5\ (94-4x)\ x = 470x-20x^2$.

Наибольшее его значеніе—при $x = 11^3/_4$ ф.
и будетъ равно $2761^1/_4$ п. ф.

б) Моментъ силъ относит. точки $(2) = (470-20x)\ (x+3) - 150\times 3 = 410x-20x^2+960$.

Опредѣлимъ наибольшее его значеніе: $410x-20x^2+960=m$ —

$$-20,5x+x^2=48-\frac{m}{20}$$

$$x=10^1/_4\pm\sqrt{(10^1/_4)^2+48-\frac{m}{20}} = 10^1/_4\pm\sqrt{420,25+48\frac{m}{20}} =$$

$$=10^1/_4\pm\sqrt{468,25-\frac{m}{20}}.$$

Слѣдоват. max. $m = 468,25\times 20 = 9365$, т. е. болѣе чѣмъ въ 1-мъ случаѣ.

в) Моментъ силъ относительно точки $(3)=(470-20x)\ (x+10) - 150\times 10-150\times 7=270x-20x^2+2150$.

Наибольшая величина его будетъ—при $x = 6,75$ ф.
и будетъ равна 3058 п. ф.

г) Моментъ силъ относительно точки (4)=(470—20x) (x+13)— 150×13—150×10—150×3=270x—20x²+2210.

Наибольшая его величина будетъ—при x=5,25 ф.
и будетъ равна 2760 ф.

Такимъ же образомъ опредѣлится наибольшая величина момента и при большемъ числѣ сосредоточенныхъ грузовъ.

Если кромѣ сосредоточенныхъ есть и равномѣрно распредѣленная нагрузка, то въ величину момента внѣшнихъ силъ для упрощенія расчетовъ удобнѣе всего вводить моментъ ея въ видѣ члена $\frac{pl\times l}{8}$.

Напр., возьмемъ предъидущій случай (4); пусть временная равномѣрно распредѣленная нагрузка на 1 пог. ф. пролета=20 пуд., слѣд. моментъ ея будетъ $20\times\frac{30\times30}{8}=\frac{180\ 0}{8}=2250$ п. ф. Эту величину и слѣдуетъ добавить къ опредѣленному выше наибольшему моменту отъ сосредоточенныхъ грузовъ.

НѢКОТОРЫЯ ДАННЫЯ

О ПОНТОННЫХЪ ПАРКАХЪ ЕВРОПЕЙСКИХЪ ДЕРЖАВЪ.

	Длина парков. моста въ метр.: Нормальн.	Легкаго.	Ширина проѣзжей части въ метр.	Число возимых въ паркѣ: Пролетовъ	Понтоновъ	Козелъ	Длина пролета въ метрахъ: Козловаго	Понтон. Тяжелаго	Понтон. Легкаго	Родъ понтоновъ.	Число ихъ: Носовыхъ	Среднихъ	Цѣльныхъ	Родъ козелъ.
Австрія	33	53	3	8	7	8	6,636			Состав жел.	8	6	—	Бираго.
Амер. Соед. Шт.	58	67	3,125	11	8	2	6,100		7,70	Цѣльн. дер.		—	8	тоже.
Англія	91,4		2,743	26	20	4	4,572			Деревян. обтянутые парусиною съ каучук. и слоемъ пробки.			20	Видоизм. Бираго.
Бельгія	90	126	3	21	12	8				Цѣльн. жел.	—	—	12	Тьерп.
Германія дивиз. корп.	36 122	39	3,025	8 28	6 26	4 4	5,0	4,5	6,0	Цѣльн. изъ гальв желѣзн.	— —	— —	6 26	Бираго.
Голландія	54	58	2,955	12	10	2	5,0	4,5	6,0	тоже	-	—	10	Тьерп.
Данія	85	99	2,8	18	10	6	5,5	4,7	6,12	тоже, съ 2 перегород.			10	Бираго съ жел. шпорам.
Испанія	33	53	3	8	$7\frac{1}{2}$	8	6,636			Составн. желѣзн.	8	7	—	Бираго.
Италія	150		2,3	23	15	9	6,8	7,0		Цѣльн. деревян.	—	—	15	тоже.
Норвегія	65	84,7	3,03	17	12	4	5,960		5,02	Желѣзн. цѣльн. и составн.	4	4	8	тоже.
Россія	225		3 легк. 2,34	40	28	6	6,630			Составн. желѣзн.	44	12	—	тоже.
Франція	108	128	3,08	21	16	4	5,57	6,00		Цѣльн. деревян.	—	—	16	тоже.
Швейцарія	33	52,8	3	8	7	8	6,600			Составн. деревян.	9	5	-	тоже.
Швеція	71		3	18	8	8	5,938			Составн. желѣзн.	8	8	—	тоже.

ПОНТОНЫ.

	Видъ поперечнаго сѣченія	Длина (въ метрахъ)	Высота (въ метрахъ)	Ширина: Вверху (въ метрахъ)	Ширина: Внизу (въ метрахъ)	Вѣсъ (въ килограм.)	Подъемная сила (въ килограм.)	Толщина обшивки: Боковой (въ миллиметр.)	Толщина обшивки: Дна (въ миллиметр.)	Бортовая обвязка: Родъ матеріала	Бортовая обвязка: Размѣры въ миллиметр.
Австрія		н. 4,266 ср. 3,476	0,79	1,90	1,74	н. 435 ср. 405	4510 4580	1	1	жел.	50 × 50
Амер. Соед. Шт.		9,448	0,81	1,73	1 335	725	6800	21	25		
Англія		6,462	0,687	1,6		355	5900				
Бельгія		7,43	0,797	1,50	0,959	640	9000	2	2,7		
Германія		7,5	0,81	1,50		450	6750	Дивиз. п. 1,13 Корпус. п 1,38	Дивиз. п. 1,66 Корпус. п. 1,88	Дубов бруски.	90 × 50
Голландія		7,5	0,81	1,45		480	6700	1,2	1,65	Жел. углов. гальван.	72 × 35 × 5
Данія		7,85	0,81	1,55		485	7400	1,13 1,38	1,66 1,88	Дубов. бруски.	145 × 40
Испанія		н. 4,35 ср. 3,50	0,73	1,875	1,56	н. 462 ср. 426	н. 3850 ср3970	1,75	1,75	Угл. жел. съ дерев подклад.	40 × 40 × 7
Италія		7,5	0,86	1,76	1,33	538	9700	18	18		
Норвегія		7,5	0,794	1,434	0,92	620	8300	1,96	3,92		
Россія		н. 4,292 ср. 3,429	0,738	1,84	1,84	н. 380 ср. 360	5000	1,59	1,59	Угловое желѣзо.	63,5 × 63,5 × 5
Франція		9,43	0,785	1,76	1,326	660	8500	25	25		
Швейцарія		н. 4,7 ср. 3,474	0,71	1,874	1,410	н. 335 ср. 330	н. 3600 ср3770	25	25		
Швеція		н. 4,079 ср. 3,474	0,80	1,90	1,846	н. 363	н. 5000	1,55	2,32	Стальн.	50 × 40

Козла Бираго.

	Вѣсъ ея въ килограм.	Перекладина: Высота (въ миллим.)	Ширина (въ миллим.)	Вся длина (въ метрахъ)	Разстояніе между: Цапфами (въ метрахъ)	Разстояніе между: Осями крайн. перев. (въ метрахъ)	Ноги: Высота (въ миллим.)	Ширина (въ миллим.)	Длина ногъ: № 1 (въ метрахъ)	№ 2	№ 3	№ 4	По скольку ногъ употребляется.
Австрія	106	225	160	5,19	3,43	3,028	123	87	2,5	3,75	5	6,25	№ 1 по 1 № 2, № 3, № 4 по 2
Амер. Соед. Шт.		305	102	6,10	4,02	3,2	178	89	4,57				по 1
Англія		292	102	5,49	3,68	2,83	216	89	2,41	4,57			по 1
Бельгія													
Германія	107	220	150	5,3	3,88	3,13	150	100	3	4,5			по 1
Голландія													
Данія	87,5	215	157	4,06	3,50	2,90	157	105	2,5	3,75	5		по 1
Испанія	Запасныхъ 52 116,5	314 224	70 162	3,28 5,223	2,50 3,45	2,175 3,028	123	88	2,526	3,79	5,036	6,32	№ 1, № 2 по 1 № 3, № 4 по 2
Италія		230	160	5,22	3,45	241	150	90	2,5	4			по 1
Норвегія	95	223	160	5,20	3,67	3,13	124	89	3,76	5,04			по 2
Россія	98,5	229	165	6,60	3,4	3,023	120	86	2,59	3,81			по 2
Франція	99	230	160	5,37	4,06	3,20	150	90	2	3	3,9		по 1
Швейцарія	110	225	160	5,22	3,44	3,028	123	90	2,7	3,9	5,1	6,6	№ 1 по 1 № 2, № 3, № 4 по 2
Швеція	82	208	160	4,25	3,61	3,03	160	118	2,67	4,16			по 1

	Наклонъ ногъ къ горизонту въ градус.	Смычные брусья или переводины: Число ихъ на пролетъ	Вѣсъ одного въ килограммахъ	Длина (въ метрахъ)	Длина не подпертой части ихъ (въ метрахъ)	Высота (въ миллим.)	Ширина (въ миллим.)	Родъ концовъ смычныхъ брусьевъ	На что опираются смычные брусья на понтонахъ	Настилочныя доски: Длина въ метрахъ	Ширина (въ миллим.)	Толщина (въ миллим.)	Вѣсъ одной въ килограммахъ	Число парковъ	Общая длина мостовъ въ метрахъ	Вѣсъ парка: Всего (въ килограммахъ)	На 1 погон. метръ моста: Тяжелаго	Легкаго	Число повозокъ въ 1 понтон. паркѣ въ: 3 лош.	4 лош.	6 лош.	Число упряжныхъ лошадей въ 1 понтон. паркѣ: Всего	На 1 погон. метръ моста: Тяжелаго	Легкаго	
Австрія	69	легк. 5 тяж. 7	69	7,0	6,636	160	118	дерев. замки	лежни	3,27	290	40	17,3	10 полев. 16 резервн. 14 передов.	2968 175	28200	848	530		14		56	1,70	1,02	Австрія.
Амер. Соед. Шт.	75	козл. 7 понт. 5	ко 41 по 59	зло 6,6 нтон 8,33	вой 61 ной тяж. 3,37 легк. 4,47	127	127			3,962	305	38	17,2			33500	582	498			16	84	1,45	1,25	Амер. Соед. Шт.
Англія	75	легк. 5 тяж. 9	32,2	4,8	4.572	152	88	жел. замки	лежни	3,05	305	38	22,6			58900	610			31		124	1,35		Англія.
Бельгія								прямые безъ замковъ	борты							58000	644	460			25	150	1,67	1,19	Бельгія.
Германія	$68\frac{1}{2}$	5	45	коз 5,5 по 6,6	ловой 5 нто тяж. 3 легк. 4,5	150 нн 130	100 ой 105	козлов. съ замками прочія безъ замковъ.	борты	3,75	260	35	17	дивиз. 46 корп. 18	3672	21000	диви 575	зіонн. 538	див кор	из. 1 пус 2	на. 9 ном. 30	58 188	1,61 1,54	1,49	Германія.
Голландія		5	ко 40 по 45	зло 5,1 нтон 6,55	вой 5 ной тяж. 4,55 легк. 3,05	коз. 160 пон. 130	105 105			3,6	260	39	18			31500	580	540		2	12	80	1,48	1,38	Голландія.
Данія	72	5	ко 55 по 57	зло 5,73 нтон 6,35	вой 5,5 ной тяж. 3,15 легк. 4,57	157 пон. 157	105 105	стальные замки.	борты	3,28	314	35	18,5			38300	149	386		21		96	1,13	0,97	Данія.
Испанія	68	легк. 5 тяж. 7	74,8	7,07	6,636	158	118	дерев. замки	лежни	3,263	290	46	20,9			36800	1140	713		3	12	81	2,54	1,58	Испанія.
Италія	$70\frac{1}{2}$	понт. 5 козл. 6	55	7,0	понтон. 5,24 козлов. 6,8	150	110	съ отверстіями для штырей	лежни	3,5	333	50		полев. 16 резервн. 4 и системы Бираго 5	2400	62700	417				28	168	1,12		Италія.
Норвегія	72	легк. 5 тяж. 7	52	6,45	легк. 5,02 тяж. 5,96	141	100	2 крайніе съ замками	борты	3,62	314	37	20			42000	645	495		2	20	128	1,97	1,50	Норвегія.
Россія	$73\frac{1}{2}$	5	82	7,06	6,64	162	112	дерев. замки	лежни	3,25	237	39	16,4	8	1803	170000	755		въ 1 лош. 2	100		402	1,78		Россія.
Франція	70	козл. 7 понт. 5	ко 14 по 55	зло 6 нтон 8	вой 5,56 ной тяж. 3,24 легк. 4 24	120	120	безъ замковъ	борты	3,9	333	40	24	28	3584	77600	720	630			38	228	2,11	1,85	Франція.
Швейцарія	75	легк. 5 тяж. 7	69	7,04	6,6	160	120	дерев. замки	лежни	3,27	300	40	18			29700	900	562				60	1,82	1,13	Швейцарія
Швеція	78	5	61,5	6,17	5,91	160	118	стальные замки	лежни	3,27	300	43	20,8			47700	670		28			81	1,18		Швеція.

Примѣчаніе. 1 метръ = 3,28 ф. = $22\frac{1}{2}$ вершка, 1 миллиметръ — 0,01 дюйма, 1 килограммъ — 2,44 фунта, 1 дюйм. = 25 миллиметр. 1 пуд. — около 16 килограммовъ.

ТАБЛИЦА I (по Геккелю).

Величина заряда пироксилина для подрыванія простыхъ и сложныхъ дубовыхъ балокъ (для сосновыхъ и еловыхъ зарядъ можетъ быть уменьшенъ вдвое).

Ширина балокъ въ дюймахъ.	Высота деревянныхъ балокъ и фермъ.																	
	4 д.		5 д.		6 д.		7 д.		8 д.		9 д.		10 д.		11 д.		1 ф.	
	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.
4	—	73	—	82	—	91	1	4	1	20	1	22	1	31	1	40	1	49
5	1	6	1	17	1	28	1	40	1	51	1	63	1	74	1	86	2	1
6	1	40	1	54	1	67	1	81	1	95	2	12	2	26	2	40	2	53
7	1	79	1	95	2	15	2	30	2	46	2	62	2	78	2	94	3	14
8	2	26	2	44	2	62	2	81	3	3	3	21	3	39	3	57	3	76
9	2	74	2	94	3	19	3	39	3	60	3	80	4	5	4	25	4	46
10	3	30	3	53	3	76	4	2	4	25	4	48	4	71	4	93	5	20
11	3	87	4	16	4	41	4	66	4	91	5	20	5	44	5	69	5	94
12	4	52	4	80	5	11	5	38	5	4	5	83	6	24	6	51	6	79
13	5	2	5	52	5	81	6	15	6	45	6	74	7	8	7	37	7	67
14	5	93	6	29	6	61	6	92	7	28	7	60	7	92	8	28	8	60
15	6	72	7	10	7	44	7	78	8	16	8	51	8	85	9	23	9	57
16	7	56	7	91	8	32	8	69	9	9	9	46	9	82	10	22	10	59
17	8	44	8	82	9	25	9	64	10	16	10	55	10	93	11	36	11	74
18	9	36	9	77	10	22	10	63	11	8	11	49	11	90	12	35	12	76
19	10	34	10	77	11	24	11	67	12	15	12	58	13	5	13	48	13	92
20	11	36	11	81	12	30	12	76	13	58	13	72	14	21	14	68	15	16
21	12	42	12	90	13	42	13	89	14	41	14	89	15	41	15	88	16	40
22	13	53	14	7	14	57	15	11	15	61	16	15	16	65	17	19	17	[illegible]
23	14	68	15	25	15	77	16	33	16	86	17	42	17	94	18	51	19	7
24	15	88	16	47	17	6	17	60	18	19	18	73	19	32	19	87	20	45

Ширина балокъ въ дюймахъ.	Высота деревянныхъ балокъ и фермъ.																			
	1¼ ф.		1½ ф.		1¾ ф.		2 ф.		2¼ ф.		2½ ф.		2¾ ф.		3 ф.		3½ ф.		4 ф.	
	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.	ф.	в.
4	1	76	2	8	2	35	2	62	2	90	3	21	3	48	3	76	4	34	4	89
5	2	35	2	69	3	7	3	42	3	76	4	14	4	48	4	82	5	54	6	26
6	2	94	3	39	3	80	4	25	4	66	5	11	5	52	5	93	6	79	7	65
7	3	62	4	14	4	61	5	13	5	61	6	13	6	61	7	12	8	12	9	11
8	4	34	4	89	5	47	6	6	6	61	7	19	7	74	8	32	9	46	10	59
9	5	11	5	72	6	38	7	3	7	65	8	30	8	92	9	57	10	84	12	15
10	5	88	6	61	7	33	8	5	8	73	9	46	10	19	10	86	12	41	13	67
11	6	74	7	53	8	32	9	11	9	87	10	66	11	45	12	24	13	78	15	36
12	7	65	8	51	9	36	10	22	11	8	11	90	12	76	13	62	15	34	17	6
13	8	60	9	52	10	45	11	38	12	31	13	23	14	16	15	8	16	90	18	76
14	9	59	10	59	11	58	12	58	13	57	14	57	15	57	16	56	18	55	20	54
15	10	63	11	70	12	76	13	82	14	89	15	95	17	6	18	12	20	25	22	38
16	11	72	12	85	14	2	15	16	16	29	17	42	18	55	19	69	21	95	24	25
17	12	85	14	9	15	59	16	49	17	69	18	89	20	13	21	33	23	74	26	18
18	14	7	15	34	16	61	17	88	19	9	20	45	21	72	23	3	25	51	28	14
19	15	29	16	63	18	1	19	34	20	68	22	6	23	39	24	49	27	44	30	16
20	16	56	18	1	19	41	20	82	22	26	23	67	25	11	26	52	29	37	32	22
21	[illegible]	88	19	87	20	86	22	38	23	85	25	36	26	81	28	35	31	34	34	32
22	19	28	20	82	22	40	23	94	25	52	27	10	28	64	30	23	33	35	36	47
23	20	68	22	33	23	94	25	59	27	24	28	85	30	50	32	15	35	41	38	67
24	22	17	23	85	25	57	27	29	29	—	30	68	32	40	34	12	37	51	40	91

ТАБЛИЦА II (по Геккелю).

Величина заряда пироксилина для подрыванія цѣльныхъ и склепанныхъ желѣзныхъ балокъ и фермъ.

Высота балокъ въ дюймахъ.	ТОЛЩИНА БАЛОКЪ ВЪ ДЮЙМАХЪ. 1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.
6 д.	— — 36,2	— — 81,8	— 1 49	— 2 35	— 3 39
7 »	— — 42,4	— — 95,4	— 1 73	— 2 73	— 3 93
8 »	— — 48,4	1 13	2 1	3 14	— 4 52
9 »	— — 54,5	— 1 26	— 2 26	— 3 52	— 5 10
10 »	— — 60,6	1 40	— 2 50	— 3 90	— 5 65
11 »	— — 66,7	1 53	— 2 74	— 4 32	— 6 23
1 ф.	— — 72,8	— 1 67	— 3 2	— 4 70	— 6 78
1 1/4 »	— — 90,9	— 2 12	— 3 75	— 6	— 8 49
1 1/2 »	— 1 13	2 53	4 52	— 7 9	— 10 21
1 3/4 »	— 1 31	— 3	5 28	— 8 27	— 12 —
2 »	1 49	3 39	— 6 5	— 9 44	13 60
2 1/4 »	— 1 67	— 3 80	— 6 78	— 10 62	— 15 32
2 1/2 »	— 1 85	— 4 24	— 7 55	— 11 79	— 17 3
2 3/4 »	— 2 8	— 4 66	— 8 32	— 13 1	— 18 72
3 »	— 2 26	— 5 10	— 9 8	— 14 19	— 20 42
3 1/4 »	— 2 44	— 5 51	— 9 81	— 15 36	— 22 14
3 1/2 »	2 62	— 6	— 10 57	— 16 54	— 23 81
3 3/4 »	— 2 80	— 6 37	— 11 34	— 17 71	— 25 53
4 »	— 3 2	— 6 78	— 12 11	— 19 —	— 27 25
4 1/4 »	— 3 20	— 7 23	— 13	— 20 10	— 28 52
4 1/2 »	— 3 39	— 7 64	— 13 60	— 21 28	— 30 64
4 3/4 »	— 3 57	— 8 8	— 14 37	— 22 46	— 32 35
5 »	— 3 75	— 8 49	— 15 14	— 23 63	— 34 71

Высота балокъ въ дюймахъ.	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3
	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.	п. ф. з.
6 д.	— 4 61	— 6 5	— 7 64	— 9 44	— 11 44	— 13 60
7 »	— 5 30	— 7 6	8 90	— 11 4	— 13 34	— 15 86
8 »	— 6 18	8 7	10 21	12 59	— 15 25	— 18 16
9 »	— 6 91	9 8	— 11 48	14 18	— 17 17	— 20 42
10 »	— 7 70	— 10 9	— 12 75	15 74	— 19 9	— 22 68
11 »	8 48	— 11 10	— 14 5	— 17 33	— 21 —	— 25 —
1 ф.	— 9 26	— 12 11	— 15 33	19 —	— 23 —	— 27 24
1 1/4 »	— 11 57	— 15 14	— 19 16	— 23 63	— 28 60	— 34 11
1 1/2 »	— 13 87	— 18 16	— 23 —	— 28 38	— 34 34	— 41 —
1 3/4 »	— 16 22	— 21 19	— 26 80	— 33 12	1 — 8	1 7 67
2 »	18 53	— 24 22	— 30 66	38 —	1 6 —	1 14 49
2 1/4 »	— 21 —	— 27 25	— 34 49	1 2 56	1 11 52	1 21 35
2 1/2 »	— 23 18	— 30 27	— 38 32	1 7 31	1 17 25	1 28 22
2 3/4 »	— 25 50	— 33 32	1 2 18	1 12 5	1 23 —	1 35 —
3 »	— 27 79	— 36 33	1 6 —	1 16 76	1 28 69	2 1 74
3 1/4 »	— 30 14	— 39 36	1 9 80	1 21 50	1 34 43	2 8 56
3 1/2 »	— 32 44	1 2 38	1 13 64	1 26 24	2 — 17	2 15 39
3 3/4 »	— 34 75	1 5 42	1 17 50	1 31 —	2 6 —	2 22 21
4 »	— 37 10	1 8 45	1 21 36	1 35 69	2 11 64	2 29 3
4 1/4 »	— 39 40	1 11 47	1 25 19	2 — 46	2 17 36	2 36 —
4 1/2 »	1 1 71	1 14 50	1 29 2	2 5 17	2 23 9	3 2 71
4 3/4 »	1 4 5	1 17 52	1 32 81	2 10 —	2 29 —	3 9 58
5 »	1 6 36	1 20 56	1 36 64	2 14 62	2 34 51	3 16 44

Примѣры: 1) Для разрушенія по линіи Кн деревянной фермы Гау вида, указаннаго на фиг. 286.

пояса которой состоятъ изъ 3 досокъ 11×4 д. поперечн. сѣченія.
сжатые двойные раскосы изъ 2 досокъ 8×4 » » »
растянутые раскосы » доски 8×4 » » »

Потребно пероксилина: для верхняго пояса:—

(1 ф. 40 з.) 3 =	4 ф.	—24 з.
для нижняго пояса	4 »	24 »
2 сжатыхъ раскоса 4 (1 ф. 20 з.)	4 »	80 »
2 растянутыхъ раскоса 2 (1 ф. 20 з.)	2 »	40 »

Итого 15 ф.—72 з.

8 — $^1/_2$

2) для разрушенія желѣзной двухтавровой балки вида $^1/_2$ 10
потребно пироксилина: для верхняго пояса 42,4
для нижняго пояса 42,4 $^1/_2$
для стѣнки 60,6

1 ф. 49,4 зол.

3) Для разрушенія мостовой желѣзной фермы вида указаннаго на фиг. 287 по линіи ab потребно пероксилина:

1) верх. поясъ для *аб* и *вг*	общ. ш. 8 д.	и т. $(^1/_2+^1/_2)$ д.	2 ф.	1 з.
бв	8 »	» $(^1/_2+^1/_2+^1/_2)$ »	4 »	52 »
де	4 »	» $(^1/_2+^3/_4+^1/_2)$ »	3 »	9 »
ек	12 »	» $^8/_4$	1 »	67 »

11 ф. 33 з.

2) нижній поясъ . . . . 11 ф. 33 з.

3) 3 раскосовъ—*Б* вида $\frac{3\ \ 3}{|3}{}^{1/2}$ ${}^{1/2}$ общ. шир. 9 и толщ. $^1/_2$ д.—

54,5×3=1 ф. 67,5 зол.

4) 1 раскоса *В*— $\frac{4\ \ 4}{4|\ulcorner}{}^{1/2}$ ${}^{1/2}$ $8\times{}^1/_2$ = 48,4 з. ; 4×1 = 1 ф. } 1 ф. 48,4 з.

Всего 25 ф. 86 з.

Вѣсъ, подъемная сила сосновыхъ полусухихъ бревенъ и размѣры вытесываемыхъ изъ нихъ брусьевъ.

Толщина бревенъ въ тонкомъ концѣ въ вершк.	Длина бревенъ въ саженяхъ.	Вѣсъ бревна (или его объемъ въ куб. ф.). въ пуд.	Свободная подъемная сила. въ пуд.	Размѣры квадратнаго бруса, вытесыв. изъ бревна. въ дюйм.	Размѣры прямоуг. бруса съ наибольшимъ W. въ дюйм.
4	1	2,03	1,47	5×5	5,7×4,07
	1 1/2	3,21	2,35		
	2	4,48	3,25		
	3	7,38	5,35		
	4	11,14	8,07		
	5	14,60	10,58		
	6	19,07	13,82		
	7	24,11	17,48		
	8	29,77	21,57		
4 1/2	1	2,5	1,8	5,625 × 5,625	6,4 × 4,56
	1 1/2	3,95	2,86		
	2	5,5	4,0		
	3	8,9	6,4		
	4	12,87	9,3		
	5	17,3	12,6		
	6	22,5	16,33		
	7	28,4	20,5		
	8	34,7	25,0		
5	1	3,1	2,3	6,25 × 6,25	7,12 × 5,08
	1 1/2	4,8	3,6		
	2	6,75	4,9		
	3	10,9	7,3		
	4	15,6	11,2		
	5	21,0	15,1		
	6	26,9	19,5		
	7	33,5	24,2		
	8	41,0	31,9		

Толщина бревенъ въ тонкомъ концѣ.	Длина бревенъ въ саженяхъ.	Вѣсъ бревна (или его объемъ въ куб. ф.). въ пуд.	Свободная подъемная сила. въ пуд.	Размѣры квадратнаго бруса, вытесыв. изъ бревна. въ дюйм.	Размѣры прямоуг. бруса съ наибольшимъ W. въ дюйм.
5 1/2	1	3,73	2,7	6,875 × 6,875	7,83 × 5,58
	1 1/2	5,76	4,1		
	2	8,0	5.8		
	3	12,67	8,2		
	4	18,16	13,1		
	5	24,21	17,5		
	6	31,44	22,8		
	7	38,82	28,1		
	8	47,11	34,1		
6	1	4,2	3,0	7,5 × 7,5	8,55 × 6
	1 1/2	6,86	5,0		
	2	9,4	6,8		
	3	15,1	11,0		
	4	21,24	15,4		
	5	28,34	20,2		
	6	36,27	26,3		
	7	44,3	32,0		
	8	53,8	39		
6 1/2	1	5,0	3,6	8,125 × 8,125	9,25 × 6,61
	1 1/2	8,0	5,8		
	2	10,7	7,7		
	3	17,0	12,3		
	4	24,0	17,4		
	5	31,4	22,0		
	6	40,0	29,0		
	7	49,3	35,7		
	8	58,1	42,1		

Толщина бревна въ тонкомъ концѣ въ вершк.	Длина бревна въ саженяхъ.	Вѣсъ бревна (или его объемъ въ куб. ф.). въ пуд.	Свободная подъемная сила. въ пуд.	Размѣры квадратнаго бруса вытесыв. изъ бревна. въ дюйм.	Размѣры бруса съ наибольшимъ W. въ дюйм.
7	1	5,86	4,2	8,75 × 8,75	10 × 7,125
	1 1/2	9,0	6,5		
	2	12,42	9,0		
	3	19,5	14,1		
	4	27,44	20,0		
	5	36,1	26,1		
	6	45,6	33,1		
	7	57,6	41,7		
	8	68,67	49,8		
7 1/2	1	6,8	4,9	9,375 × 9,375	10,68 × 7,625
	1 1/2	10,5	7,6		
	2	14,2	10,2		
	3	22,8	16,5		
	4	31,5	22,8		
	5	41,5	30,0		
	6	52,6	38,1		
	7	64.4	46,6		
	8	76,5	55,4		
8	1	7,8	5,7	10 × 10	11,4 × 8
	1 1/2	11,8	8,5		
	2	16,3	11,8		
	3	25,5	18,5		
	4	35,8	26,0		
	5	47,0	34,0		
	6	59,0	42,7		
	7	72,0	52,2		
	8	86,0	62,3		

Толщина бревенъ въ тонкомъ концѣ въ вершк.	Длина бревна въ саженяхъ.	Вѣсъ бревна (или его объемъ въ куб. ф.). въ пуд.	Свободная подъемная сила бревна. въ пуд.	Размѣры квадратнаго бруса вытесыв. изъ бревна. въ дюйм.	Размѣры прямоуг. бруса съ наибольшимъ W. въ дюйм.
8 1/2	1	8,7	6,3	10,625 × 10,625	12 × 8,65
	1 1/2	13,3	9,6		
	2	18,1	13,1		
	3	28,3	20,5		
	4	39,5	28,6		
	5	52,0	37,6		
	6	64,6	47,8		
	7	78,9	57,1		
	8	93,5	67,7		
9	1	9,6	7,0	11,25 × 11,25	12,8 × 9,12
	1 1/2	14,3	10,4		
	2	20,2	14,6		
	3	31,7	23		
	4	43,7	31,7		
	5	57,0	41,3		
	6	71,5	51,8		
	7	86,6	63,0		
	8	103,0	74,7		
10	1	12,3	8,9	12,5 × 12,5	14,25 × 10,16
	1 1/2	18,8	13,6		
	2	25,5	18,5		
	3	39,7	28,8		
	4	55,2	40,0		
	5	71,5	51,8		
	6	88,7	64,2		
	7	107,6	78		
	8	128	92,5		

Толщина бревенъ въ тонкомъ концѣ въ вершк.	Длина бревна въ саженяхъ.	Вѣсъ бревна (или объемъ въ куб. ф.). въ пуд.	Свободная подъемная сила бревна. въ пуд.	Размѣры квадратнаго бруса, вытесыв. изъ бревна. въ дюйм.	Размѣры прямоуг. бруса съ наибольш. W. въ дюйм.
11	1	14,3	10,3	13,75 × 13,75	15,66 × 11,16
	1 1/2	22,0	16,0		
	2	29,6	21,4		
	3	45,7	33,1		
	4	63,7	46		
	5	82,3	59,7		
	6	102,2	74,0		
	7	123,0	89,2		
	8	145,0	105,1		
12	1	17,0	12,3	15 × 15	17,1 × 12
	1 1/2	26,0	18.8		
	2	35,5	25,7		
	3	55	40,0		
	4	75	54,3		
	5	97	70,3		
	6	121	87.5		
	7	145	104,6		
	8	170	123		
—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—

Вѣсъ въ пуд.

Одной пог. саж. сосновой доски.

Толщина въ дюйм.	Ширина доски въ дюйм. 7	8	9	10	11	12
1/2	0,17	0,194	0,22	0,24	0,27	0,29
1	0,34	0.39	0,44	0,49	0,54	0,58
1 1/	0,51	0,59	0,66	0,73	0,81	0,87
2	0,68	0,78	0,88	0,97	1,08	1,16
2 1/2	0,85	0,97	1,10	1,21	1,23	1,45
3	1,02	1,16	1,31	1,44	1,60	1,75
3 1/2	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04
4	1,36	1,55	1,75	1,94	2,14	2,33

Примѣчанія: 1. Вѣсъ дерева принятъ равнымъ 1 пуд. въ 1 куб. ф.
2. Вѣсъ 1 куб. ф. дуба—1,5 п., бука—1,33, клена, березы и ясени—1,2 пуд., липы, ольхи 1 п. лиственницы—0,9, пихты и тополя 0,8, ели—0,95.

Приложеніе № 11.
Къ § 26.

ТАБЛИЦА

размѣровъ желѣзныхъ болтовъ съ треугольною нарѣзкою (по Уитворту).

Діаметръ болта въ шестнадцатыхъ дюйма	Діамет. ядра болта въ дюймахъ.	Число нарѣзовъ на:		Гайки и шляпки.					
				6-ти угольныя, діаметръ круга.		Квадратный діаметръ круга.		Толщина.	
		Погонномъ дюймѣ.	Длинѣ равной діаметр. болта.	вписаннаго.	описаннаго.	вписаннаго.	описаннаго.	гайки.	шляпки.
				въ шестнадцатыхъ дюйма.					
4	0,15	20	5	6	7	9	11	4	4
5	0,20	18	5,6	9	10			5	5
6	0,25	16	6	9	10	12	17	6	5
7	0,29	14	6,1	12	14			7	7
8	0,33	12	6	12	14	14	20	8	
10	0,44	11	6,8	16	18	19	27	10	8
12	0,55	10	7,5	19	22	21	30	12	10
14	0,65	9	7,8	21	24	24	34	14	12
16	0,75	8	8	24	28	26	37	16	14
18	0,81	7	7,8	26	30	30	42	18	
20	0,96	7	8,7	30	34	32	46	20	16
22	1,04	6	8,2	32	38	36	52	22	
24	1,17	6	9	36	42	40	56	24	18
26	1,20	5	8,1	40	46	42	60	26	20
28	1,35	5	8,7	42	48	44	62	28	22
30	1,44	4½	8,4	44	52	48	68	30	24
32	1,66	4½	9	48	56	54	76	32	26
36	1,75	4	9	54	62	60	86	36	28
40	2,00	4	10	60	70	66	92	40	32
44	2,18	3½	9,6	66	76	72	102	44	36
48	2,42	3½	10,5	72	84	80	114	48	40

Предѣльное прочное напряженіе болта зависитъ отъ устройства нарѣзки болта: если нарѣзка сдѣлана на самомъ болтѣ, то это напряженіе не должно превышать 40 пуд. на 1 кв. д. поперечнаго сѣченія болта; если же въ мѣстѣ нарѣзки болтъ настолько утолщенъ, что діаметръ ядра винта равенъ діаметру остального болта это напряженіе можетъ доходить до 240 пуд. на 1 кв. д.

ТОГО-ЖЕ АВТОРА:

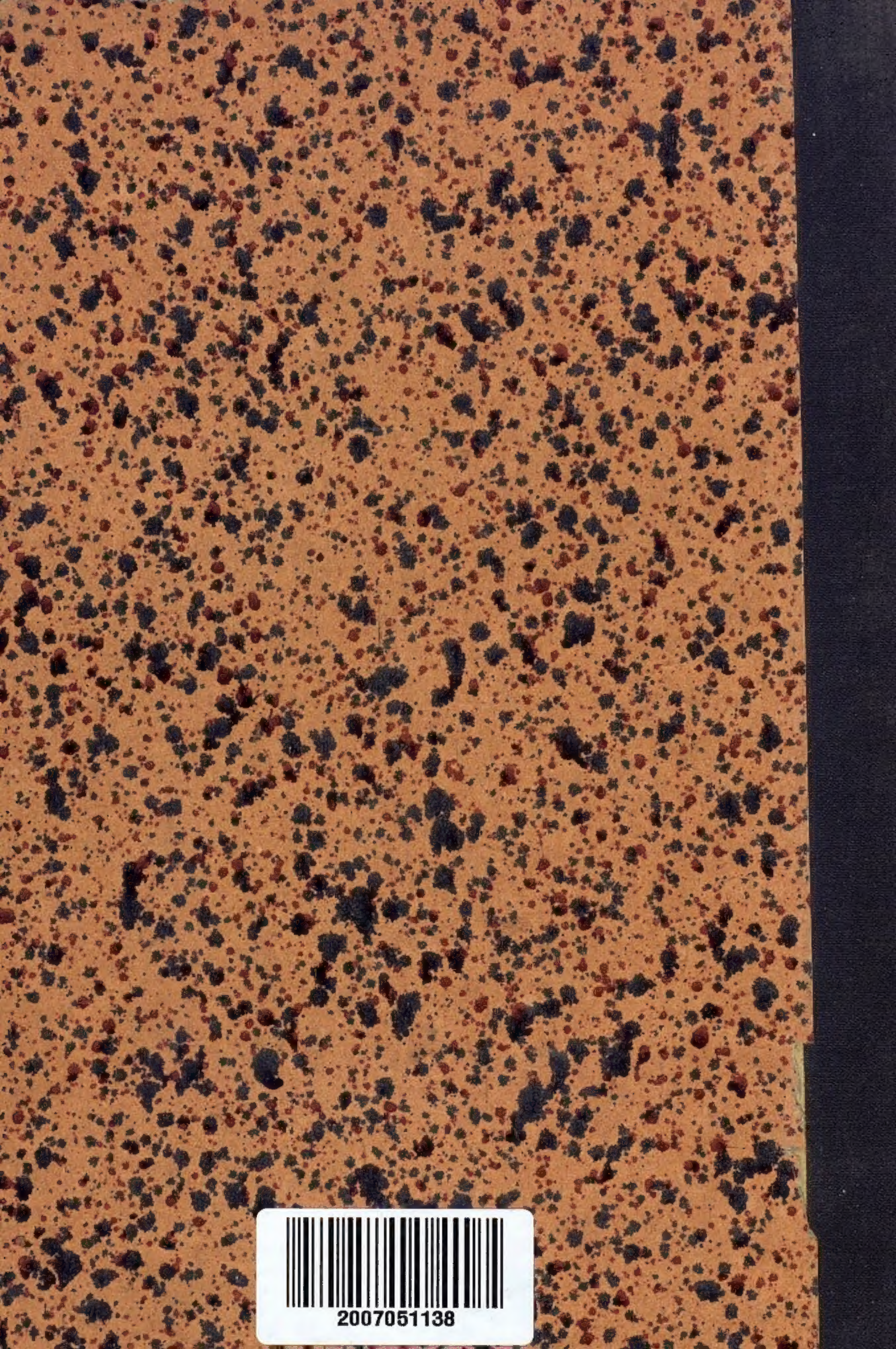
УКРѢПЛЕНІЕ ПОЗИЦІЙ, изданіе 2-ое 1895 г.

Цѣна **75** к., съ пересылкой **90** коп., налож. пл. **1**—руб.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЯ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНІЯ ВРЕМЕННЫХЪ ВОЕННЫХЪ МОСТОВЪ

Цѣна съ пересылкой **1** руб. **50** коп.

ЖЕЛѢЗНО-ДОРОЖНОЕ ДѢЛО. Курсъ Ник. Инж. Учил. 2-е изд. (печатается.)


2007051138